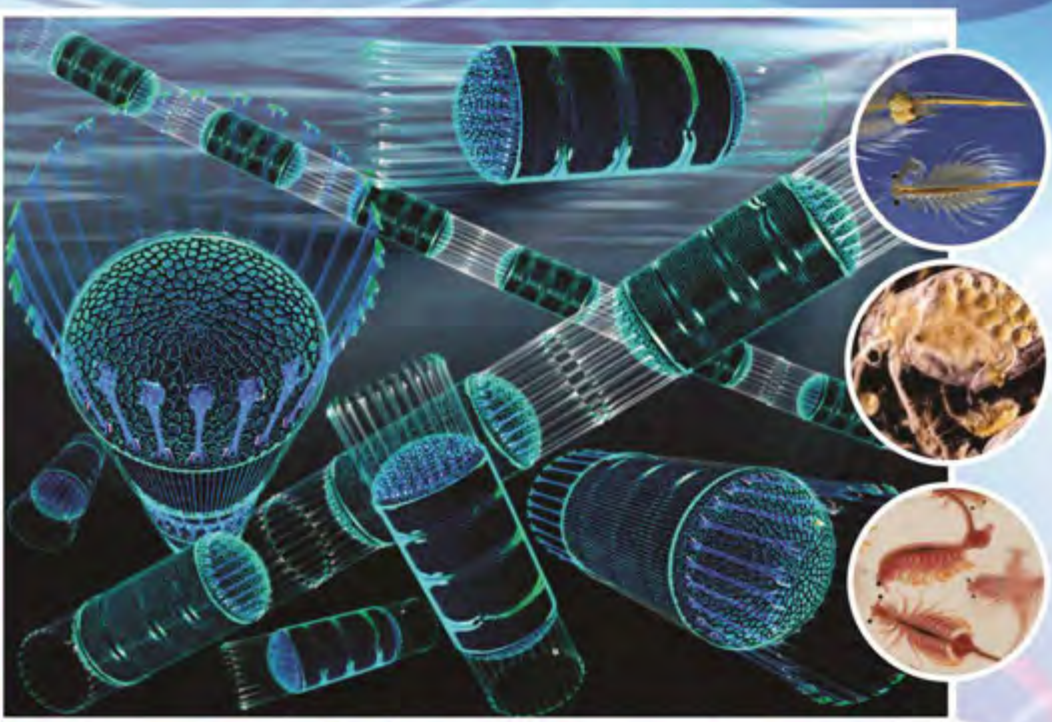
Buku Teks Bahan Ajar Siswa

Paket Keahlian: Budidaya Rumput Laut

Produksi Pakan Alami



KELAS
X
SEMESTER 2

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi sikap, pengetahuan dan keterampilan secara utuh. Keutuhan tersebut menjadi dasar dalam perumusan kompetensi dasar tiap mata pelajaran mencakup kompetensi dasar kelompok sikap, kompetensi dasar kelompok pengetahuan, dan kompetensi dasar kelompok keterampilan. Semua mata pelajaran dirancang mengikuti rumusan tersebut.

Pembelajaran kelas X dan XI jenjang Pendidikan Menengah Kejuruhan yang disajikan dalam buku ini juga tunduk pada ketentuan tersebut. Buku siswa ini diberisi materi pembelajaran yang membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterampilan dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasai secara kongkrit dan abstrak, dan sikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharuskan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serp siswa dengan ketersediaan kegiatan buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

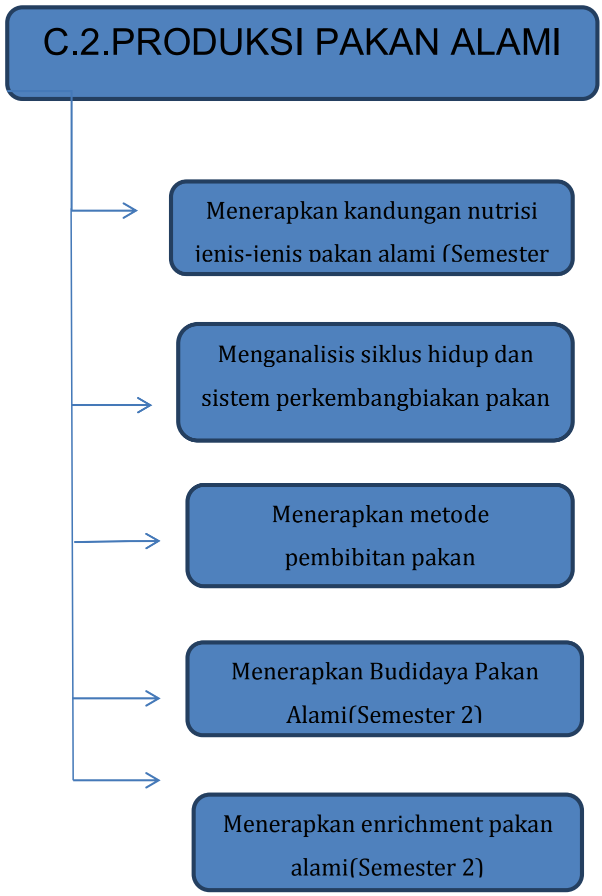
DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR




C.2.PRODUKSI PAKAN ALAMI
Menerapkan kandungan nutrisi jenis-jenis pakan alami (Semester
Menganalisis siklus hidup dan sistem perkembangbiakan pakan
Menerapkan metode pembibitan pakan
Menerapkan Budidaya Pakan Alami(Semester 2)
Menerapkan enrichment pakan alami(Semester 2)

GLOSARIUM

Adaftasi	:	Masa penyesuaian suatu organisme dalam lingkungan baru.
Aerasi	:	Pemberian udara ke dalam air untuk penambahan oksigen
Aklimatisasi	:	Penyesuaian fisiologis terhadap perubahan salah satu faktor lingkungan
Antibiotik	:	Bahan kimiawi yang membunuh bakteri atau menghambat pertumbuhannya.
Asam lemak jenuh (*Saturated fatty acid*)	:	Asam lemak dimana semua karbon dalam ekor hidrokarbonnya dihubungkan oleh ikatan tunggal, sehingga memaksimumkan jumlah atom hidrogen yang dapat berikatan dengan kerangka karbon.
Asam lemak tak jenuh (*Unsaturated fatty acid*)	:	Asam lemak yang memiliki satu atau lebih ikatan ganda antara karbon-karbon dalam ekor hidrokarbon. Ikatan seperti itu mengurangi jumlah atom hidrogen yang terikat ke kerangka karbon.
Asam nukleat	:	Suatu polimer yang terdiri atas banyak monomer nukleotida, yang berfungsi sebagai cetak biru untuk protein dan melalui kerja protein, untuk semua aktivitas seluler. Ada dua jenis yaitu DNA dan RNA.
Asam amino essensial	:	Asam amino yang tidak dapat disintesis sendiri oleh tubuh hewan sehingga harus tersedia dalam makanan.
Aseksual	:	Perkembangbiakan tidak melalui perkawinan
Auksospora	:	Sel-sel yang besar berasal dari perkembangbiakan zigot baru
Autotrop	:	organisme yang mampu menyediakan/mensintesis makanan sendiri yang berupa bahan organik dari bahan anorganik dengan bantuan energi seperti matahari dan kimia. Komponen autotrof berfungsi sebagai produseneberapa generasi.
Benthos	:	Organisme yang hidup di dasar perairan
Biomassa	:	Bobot kering bahan organik yang terdiri atas sekelompok

		organisme di dalam suatu habitat tertentu atau bobot seluruh bahan organik pada satuan luas dalam suatu waktu tertentu.
Budidaya	:	Usaha yang bermanfaat dan memberi hasil, suatu sistem yang digunakan untuk memproduksi sesuatu dibawah kondisi buatan.
Cyste	:	Fase dorman dari Crustacea karena kondisi lingkungan yang tidak sesuai
Dekomposer	:	Fungi dan bakteri saprotropik yang menyerap nutrien dari materi organik yang tidak hidup seperti bangkai, materi tumbuhan yang telah jatuh dan buangan organisme hidup dan mengubahnya menjadi bentuk anorganik.
Densitas	:	Jumlah individu persatuan luas atau volume atau masa persatuan volume yang biasanya dihitung dalam gram/cm3 atau jumlah sel/ml.
Deoksiribosa	:	Komponen gula pada DNA, yang gugus hidroksilnya kurang satu dibandingkan dengan ribosa, komponen gula pada RNA
Detritus	:	Materi organik yang telah mati atau hancuran bahan organik yang berasal dari proses penguraian secara biologis.
Disipon	:	Membersihkan badan air dengan mengeluarkan kotoran bersama sebagian jumlah air.
Disucihamakan	:	Disterilkan dari jasad pengganggu.
Dorsal	:	Bagian punggung
Diagnosis	:	Proses pemeriksaan terhadap suatu hal
Dormant	:	Telur yang dibuahi dan merupakan dinding tebal dan jika menetas menjadi betina amiktik.
Ekspresi gen	:	Serangkaian proses penerjemahan informasi genetik (dalam bentuk urutan basa pada DNA atau RNA) menjadi protein dan fenotipe.
Embriogenesis	:	Proses perkembangan embrio

Fekunditas	:	Jumlah sel telur yang dihasilkan oleh seekor hewan betina pertahun atau persatuan berat hewan.
Fertilisasi	:	Penyatuan gamet haploid untuk menghasilkan suatu zigot diploid.
Flagella	:	Tonjolan berbentuk cambuk pada salah satu sel untuk alat gerak.
Fotosintesis	:	Pengubahan energi cahaya menjadi energi kimiawi yang disimpan dalam glukosa atau senyawa organik lainnya.
Hermaphrodit	:	Individu yang mempunyai alat kelamin jantan dan betina.
Herbivora	:	Hewan heterotropik yang memakan tumbuhan.
Heterotrop	:	organisme yang membutuhkan senyawa organik dalam hidupnya atau tidak mampu menyediakan makanan sendiri.
Inkubasi	:	Masa penyimpanan
Interfase	:	Fase dimana tidak ada perubahan pada inti sel, waktu istirahat.
Karakter kuantitatif	:	Suatu ciri yang dapat diturunkan dalam suatu populasi yang bervariasi secara kontinu sebagai akibat pengaruh lingkungan dan pengaruh tambahan dua atau lebih gen.
Kista	:	Suatu stadia istirahat pada hewan cladosera atau krustacea tingkat rendah.
Larva	:	Organisme yang belum dewasa yang baru keluar dari telur atau stadia setelah telur menetas.
Larutan hipoklorit	:	Larutan yang mengandung HclO
Nauplii	:	Bentuk stadia setelah menetas pada Crustacea atau Copepoda.
Omnivora	:	Organisme pemakan segala
Ovarium	:	Kelenjar kelamin betina yang menghasilkan ovum.
Ovipar	:	Berkembangbiak dengan menghasilkan telur.
Ovivipar	:	Berkembangbiak dengan menghasilkan telur tetapi telur tersebut menetas dalam tubuh induknya.
Ovovivipar	:	Berkembangbiak dengan menghasilkan telur dan telur tersebut

		akan menetas menjadi nauplius
Ovulasi	:	Proses terlepasnya sel telur dari folikel/Proses keluarnya sel telur dari ovarium.
Partenogenesis	:	Perkembangbiakan telur menjadi individu baru tanpa pembuahan telur dan menghasilkan telur diploid.
Pemijahan	:	Proses peletakan telur atau perkawinan
Pigmen	:	Zat warna tubuh
Phytoplankton	:	Organisma air yang melayang-layang mengikuti pergerakan air dan berupa jasad nabati.
Plankton net	:	Jaring dengan mesh size yang disesuaikan dengan plankton. Plankton Net untuk fitoplankton berukuran diameter 31 cm dengan mata jaring berukuran 30 – 60 mikron.Plankton Net untuk zooplankton berukuran diameter 45 cm dengan mata jaring berukuran 150 – 500 mikron. Plankton Net untuk ikhtyoplankton berukuran diamater 55 cm.
Reproduksi	:	Proses perkembangbiakan baik secara aseksual maupun seksual.
Seleksi	:	Pemisahan populasi dasar yang digunakan ke dalam kedua kelompok, yaitu kelompok terpilih dan kelompok yang harus terbuang.
Spermatogenesis	:	Proses perkembangan spermatogonium menjadi spermatid
Spermatogonium	:	Sel-sel kecambah untuk membentuk sperma
Spermatozoa	:	Sel gamet jantan dengan inti haploid yang memiliki bentuk berekor.
Spermiasi	:	Proses dimana spermatozoa dilepaskan dari cyste dan masuk kedalam lumen.
Spermiogenesis	:	Proses metamorfosa spermatid menjadi spermatozoa
Testis	:	Gonad yang berperan menghasilkan sperma
Zygot	:	Sel diploid sebagai hasil perpaduan gamet jantan dan gamet betina haploid.

Zooplankton	:	Plankton hewani, organisma air yang melayang-layang mengikuti pergerakan air dan berupa jasad hewani.

I. PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI

Bidang Keahlian : Perikanan dan Kelautan
Program Keahlian : Teknologi Budidaya Perairan
Mata Pelajaran : Produksi Pakan Alami

1. Pengertian

Produksi pakan alami adalah ilmu yang mempelajari tentang usaha penyediaan pakan alami baik dari jenis mikro alga dan makro alga secara laboratorium, semi massal dan massal untuk kelangsungan produksi budidaya perairan.

2. Rasional

Tuhan telah menciptakan alam semesta ini dengan segala keteraturannya dan segala kebutuhan yang diperlukan oleh makhluk hidup. Salah satu makhluk hidup ciptaan Tuhan yang sangat berguna untuk kelangsungan kehidupan, terutama kegiatan produksi budidaya perairan adalah organisme yang hidup didalam perairan dengan berbagai macam ukuran dan berasal dari nabati maupun hewani. Organisme air ini dalam kegiatan budidaya perairan disebut dengan pakan alami. Olehkarenaitu, segalasesuatu yang dipelajaridalam mata pelajaran produksi pakan alami membuktikanadanyakebesaranTuhan.

Pakan alami adalah sejenis pakan ikan berupa organisme air yang merupakan produsen primer atau level makanan dibawah ikan dalam rantai makanan. Pada umumnya diperairan berupa organisme renik seperti; Phytoplankton, zooplankton dan benthos, maupun organisme tingkat rendah lainnya seperti tubifex, siput, larva serangga air dan lain-lain.

Pada usaha budidaya perairan, pakan alami sangat diperlukan sekali sebagai sumber makanannya. Hal ini dikarenakan pakan alami mempunyai kandungan gizi yang lengkap, mudah dicerna dalam saluran pencernaan karena isi selnya padat dan mempunyai dinding sel yang tipis, tidak menyebabkan penurunan kualitas air dan dapat meningkatkan daya tahan biota air terhadap penyakit maupun perubahan kualitas air karena tidak mengeluarkan racun, cepat berkembangbiak dan pergerakannya tidak terlalu aktif sehingga mudah ditangkap oleh biota air.

Organisme yang diperlukan untuk pakan alami ini dapat dibudidayakan sesuai kebutuhan, baik jenis maupun jumlahnya atau menangkapnya dari perairan. Agar ketersediaan pakan alami dalam suatu usaha budidaya ikan tersedia secara berkesinambungan maka harus dilakukan budidaya pakan alami. Untuk itu dibutuhkan pengetahuan tentang teknik budidaya pakan alami agar kebutuhan pakan alami selalu tersedia.

3. Tujuan

Mata pelajaran produksi pakan alami bertujuan untuk:

a. Menghayati hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya sebagai bentuk kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya;
b. Mengamalkan pengetahuan dan keterampilan pada pembelajaran produksi pakan alami sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia;
c. Menghayati sikap cermat, teliti dan tanggungjawab sebagai hasil implementasi dari pembelajaran produksi pakan alami;
d. Menghayati pentingnya kerjasama sebagai hasil implementasi dari pembelajaran produksi pakan alami;
e. Menghayati pentingnya kepedulian terhadap kebersihan lingkungan laboratorium/lahan praktek sebagai hasil implementasi dari pembelajaran produksi pakan alami;

f. Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab sebagai hasil dari implementasi pembelajaran produksi pakan alami;
g. Menjalankan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi dalam mata pelajaran produksi pakan alami;
h. Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan;

4. RuangLingkupMateri

a. Seleksi bibit pakan alami
b. Teknik perhitungan kepadatan bibit pakan alami
c. Proses pemeliharaan kultur pakan alami phytoplankton. zooplankton, benthos
d. Perhitungan laju pertumbuhan pakan alami phytoplankton. zooplankton, benthos
e. Teknik pemanenan pakan alami phytoplankton. zooplankton, benthos
f. Teknik inokulasi bibit pakan alami phytoplankton. zooplankton, benthos
g. Pengertian dan tujuan dan macam - macam formula *enrichment* pakan alami
h. Teknik *enrichment* pakan alami

5. Prinsip-prinsipBelajar, Pembelajaran, danAsessmen

Prinsip-prinsipBelajar

a. Berfokuspada siswa/peserta didik didik (*student center learning*),

b. Peningkatankompetensiseimbangantarapengetahuan, keterampilandansikap
c. Kompetensididukungempatpilaryaitu : inovatif, kreatif, afektifdanproduktif

Pembelajaran

a. Mengamati (melihat, mengamati, membaca, mendengar, menyimak)
b. Menanya (mengajukanpertanyaandari yang faktual sampaike yang bersifathipotesis)
c. Mengeksplorasi/eksperimen (menentukan data yang diperlukan, menentukansumber data, mengumpulkan data)
d. Mengasosiasi (menganalisis data, menyimpulkandarihasilanalisis data)
e. Mengkomunikasikan (menyampaikanhasilkonseptualisasidalambentuklisan, tulisan diagram, bagan, gambaratau media)

Penilaian/asesmen

a. Penilaiandilakukanberbasiskompetensi,
b. Peniaiantidakhanyamengukurkompetensidasartetapijugakompetensiintidanstandarkompetensilulusan.
c. Mendorongpemanfaatanportofolio yang dibuatsiswasebagai instrument utamapenilaiankinerjasiswapadapembelajaran di sekolahdan industri.
d. Penilaian dalam pembelajaran produksi pakan alami dapat dilakukan secara terpadu dengan proses pembelajaran.
e. Aspek penilaian pembelajaran produksi pakan alami meliputi hasil belajar dan proses belajar siswa.
f. Penilaian dapat dilakukan dengan menggunakan tes tertulis, observasi, tes praktik, penugasan, tes lisan, portofolio, jurnal, inventori, penilaian diri, dan penilaian antar teman.

g. Pengumpulan data penilaian selama proses pembelajaran melalui observasi juga penting untuk dilakukan.
h. Data aspek afektif seperti sikap ilmiah, minat, dan motivasi belajar dapat diperoleh dengan observasi, penilaian diri, dan penilaian antar teman.

Buku teks bahan ajar siswa yang berjudul produksi pakan alami semester dua ini berisi materi tentang:

a. Seleksi bibit pakan alami
b. Teknik perhitungan kepadatan bibit pakan alami
c. Proses pemeliharaan pakan alami phytoplankton, zooplankton dan benthos
d. Perhitungan laju pertumbuhan pakan alami
e. Teknik pemanenan pakan alami
f. Pengertian dan tujuan *enrichment* pakan alami
g. Jenis-jenis formula *enrichment* pakan alami
h. Teknik *enrichment* pakan alami
i. Pengaruh *enrichment* pakan alami
j. Teknik pemberian pakan yang sudah di*enrichment*

B. PRASYARAT

Prasyarat yang harus dikuasai oleh siswa yang akan mempelajari buku teks bahan ajar siswa yang berjudul produksi pakan alami semester dua adalah memahami pengetahuan biologi dasar.

C. PETUNJUK PENGGUNAAN

Penjelasan bagi siswa tentang tata cara belajar dengan buku teks bahan ajar , antara lain:

1. Langkah-langkah belajar yang ditempuh, siswa/peserta didik didik mendapat penjelasan tentang ruang lingkup materi, kriteria keberhasilan penguasaan kompetensi dan strategi diklat yang akan dilaksanakan
2. Penguasaan konsep, peserta didik didik mempelajari buku teks bahan ajar siswa secara mandiri di luar jam tatap muka, selanjutnya secara berkelompok peserta didikdidik melakukan diskusi (topik minimal mengacu pada uraian materi yang telah didesain dalam buku teks bahan ajar siswa, dan apabila masih dirasa kurang dapat dikembangkan) untuk menyamakan persepsi terhadap konsep dasar yang dipelajari. Kegiatan diskusi ini dipandu oleh guru/fasilitator. Setelah diskusi peserta didik didik melakukan presentasi hasil diskusi secara bergantian, kelompok lain dapat mengajukan pertanyaan, saran atau masukan. Selanjutnya peserta didik secara berkelompok memperbaiki hasil diskusi berdasarkan saran/masukan dari kelompok lainnya atau saran dari guru/fasilitator.
3. Pengenalan fakta, untuk mengetahui bagaimana konsep kompetensi dasar yang sedang dipelajari/dilaksanakan oleh masyarakat/ bagaimana masyarakat kerja pada kompetensi dasar yang sedang dipelajari, peserta didik melakukan observasi pengenalan fakta di masyarakat. Melalui pengenalan fakta ini diharapkan dapat mengetahui sikap apa yang dapat dipelajari dari aktivitas masyarakat dalam rangka memperkaya konsep yang sedang dipelajari, atau bagaimana menggunakan konsep yang sedang dipelajari untuk kinerja masyarakat dalam melakukan aktivitasnya.
4. Refleksi, setelah peserta didik diklat menguasai konsep dasar dan melihat fakta dilapangan tentang penerapan pengetahuan dalam kehidupan masyarakat, selanjutnya peserta didik membuat refleksi apa yang akan dilaksanakan terhadap kompetensi dasar/kompetensi yang sedang dipelajari.
5. Menyusun analisis dan sintesis, analisis dilakukan terhadap tingkatkesesuaian daya dukung yang ada untuk melaksanakan hasil refleksi. Sintesis dilakukan untuk melakukan rekonstruksi/modifikasi hasil refleksi

dengan memperhatikan potensi dan daya dukung yang tersedia, agar kompetensi dapat tercapai.

6. Mengimplementasikan, kegiatan ini merupakan pengimplementasian konsep dasar dalam kegiatan produksi (hasil analisis dan sintesis selanjutnya dilakukan perencanaan kerja termasuk kriteria keberhasilan, pelaksanaan kegiatan termasuk pembagian tugas, mengamati proses, melakukan evaluasi hasil kegiatan, diskusi terhadap hasil kegiatan, membuat kesimpulan dan umpan balik/ rekomendasi terhadap konsep yang ada setelah dilakukan analisis dan sintesis).
7. Sertifikasi, setelah siswa menyelesaikan suatu unit kompetensi, akan dilakukan sertifikasi kompetensi. Sertifikasi dilakukan oleh eksternal dan menggunakan portofolio hasil belajar (*evidance of learning*). Pada kurikulum 2013 akan dilakukan Ujian Tingkat Kompetensi (UTK) dan Ujian Mutu Tingkat Kompetensi (UMTK). UTK dilakukan oleh pihak sekolah pada akhir kelas XI adalah UTK V dan akhir kelas XII UTK VI, sedangkan UMTK dilakukan oleh pemerintah pada tiap akhir tingkat kompetensi.
8. Guru dalam proses pembelajaran berfungsi memfasilitasi kegiatan belajar siswa, kegiatan ini berfokus pada aktivitas siswa. Semua aktivitas belajar mengajar hasilnya dikelola dalam bentuk portofolio sebagai bukti penguasaan kompetensi.

D. TUJUAN AKHIR

Setelah mempelajari buku teks bahan ajar siswa ini mampu memproduksi pakan alami secara terkontrol agar produksi tersebut sesuai dengan kebutuhan larva yang dibudidayakan dan melakukan *enrichment* pakan alami bila disediakan sarana, prasarana, dan bahan yang dibutuhkan sesuai standar produksi.

E. KOMPETENSI INTI DAN KOMPETENSI DASAR

Bidang Keahlian : Perikanan dan Kelautan

Program Keahlian : Teknologi Budidaya Perairan

Mata Pelajaran : Produksi Pakan Alami

KELAS: X

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Menghayati hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya sebagai bentuk kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya. 1.2 Mengamalkan pengetahuan dan keterampilan pada pembelajaran produksi pakan alami sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia.
2. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tang-gungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa	2.1 Menghayatisikap cermat,teliti dan tanggungjawab sebagai hasil implementasi dari pembelajaran produksi pakan alami 2.2 Menghayati pentingnya kerjasama sebagai hasil implementasi pembelajaran produksi pakan alami 2.3 Menghayati pentingnya kepedulian terhadap kebersihan lingkungan laboratorium/lahanpraktek sebagai hasil implementasi dari pembelajaran produksi pakan alami

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
dalam pergaulan dunia	2.4 Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab sebagai hasil implementasi dari pembelajaran produksi pakan alami 2.5 Menjalankan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, objektif, jujur, teliti, cermat, tekun, hati-hati, bertanggungjawab, terbuka, kritis, kretaif, inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implement-tasi sikap dalam melakukan percobaan dan diskusi dalam mata pelajaran produksi pakan alami. 2.6 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan
3. Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual,dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban	3.1 Menerapkan kandungan nutrisi jenis-jenis pakan alami (phytoplankton. zooplankton, benthos) 3.2 Menganalisis siklus hidup dan kistam perkembangan-biakan pakan alami (phytoplankton,zooplankton, benthos) 3.3 Menerapkan metode pembibitan pakan alami (phytoplankton,zooplankton, benthos)

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.4 Menerapkan budidaya pakan alami (phytoplankton,zooplankton, benthos) 3.5 Menerapkan *enrichment* pakan alami (phytoplankton,zooplankton, benthos)
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung	4.1 Melakukan identifikasi kandungan nutrisi jenis-jenis pakan alami (phytoplankton. zooplankton, benthos) 4.2 Mengolah, menalar, dan menyaji siklus hidup dan sistem perkembanganbiakan pakan alami (phytoplankton,zooplankton, benthos) 4.3 Melakukan pembibitan pakan alami (phytoplankton,zooplankton, benthos) dengan berbagai metode pembibitan 4.4 Melakukan budidaya pakan alami (phytoplankton,zooplankton, benthos) 4.5 Melakukan *enrichment* pakan alami (phytoplankton,zooplankton, benthos)

F. CEK KEMAMPUAN AWAL

No.	Pernyataan	Kondisi	
		Ya	Tidak
1.	Apakah anda mengetahui tentang cara melakukan seleksi bibit pakan alami?		
2.	Apakah anda mengetahui tentang teknik perhitungan kepadatan bibit pakan alami?		
3.	Apakah anda mengetahui tentang proses pemeliharaan pakan alami phytoplankton?		
4.	Apakah anda mengetahui tentang proses pemeliharaan pakan alami jenis Rotifera?		
5.	Apakah anda mengetahui tentang proses pemeliharaan pakan alami jenis *Artemia salina*?		
6.	Apakah anda mengetahui tentang proses pemeliharaan pakan alami jenis *Moina* dan *Daphnia*?		
7.	Apakah anda mengetahui tentang proses pemeliharaan pakan alami *Paramecium caudatum*?		
8.	Apakah anda mengetahui tentang proses pemeliharaan pakan alami benthos jenis *Tubifex* sp?		

9.	Apakah anda mengetahui tentang proses pemeliharaan pakan alami benthos jenis larva *Chironomus*?		
10.	Apakah anda mampu melakukan perhitungan laju pertumbuhan phytoplankton?		
11.	Apakah anda mampu melakukan perhitungan laju pertumbuhan zooplankton?		
12.	Apakah anda mampu melakukan perhitungan laju pertumbuhan benthos?		
13.	Apakah anda dapat melakukan pemanenan phytoplankton?		
14.	Apakah anda dapat melakukan pemanenan zooplankton?		
15.	Apakah anda dapat melakukan pemanenan benthos?		
16.	Apakah anda dapat menjelaskan pengertian *enrichment* pakan alami?		
17.	Apakah anda dapat menjelaskan tujuan *enrichment* pakan alami?		
18.	Apakah anda mengetahui jenis-jenis formula *enrichment* pakan alami?		
19.	Apakah anda dapat menjelaskan teknik *enrichment* pakan alami?		

20.	Apakah anda dapat menjelaskan pengaruh enrichment pakan alami *Artemia salina*pada ikan?		
19.	Apakah anda dapat menjelaskan teknik *enrichment* pakan alami?		
20.	Apakah anda dapat menjelaskan pengaruh *enrichment* pakan alami *Artemia salina*pada ikan?		
21.	Apakah anda dapat menjelaskan pengaruh *enrichment* pakan alami *Dapnia*pada ikan?		
22.	Apakah anda dapat menjelaskan pengaruh *enrichment* pakan alami Rotiferapada ikan?		
23.	Apakah anda dapat menjelaskan teknik pemberian pakan alami yang sudah di *enrichment* ?		
24.	Apakah anda pernah melakukan *enrichment* pakan alami ?		
25.	Apakah anda dapat menjelaskan parameter yang diamati dalam pemberian pakan alami yang sudah di *enrichment*kepada larva dan benih ikan?		

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 1 :Menerapkan Budidaya pakan alami (Phytoplankton, zooplankton dan benthos)

A. DESKRIPSI

Buku teks bahan ajar siswa yang berjudul produksi pakan alami semester dua merupakan bahan ajar minimal yang dipergunakan dalam proses belajar mengajar di SMK. Mata pelajaran produksi pakan alami diberikan sebagai mata pelajaran dasar program keahlian yang diajarkan pada kelas X semester satu dan dua. Pada semester satu digunakan buku teks bahan ajar siswa yang berjudul Produksi Pakan Alami semester satu, sedangkan pada semester dua menggunakan buku teks bahan ajar siswa yang berjudul Produksi Pakan alami semester dua.

Pada semester dua ini akan mempelajari dua kompetensi dasar yang akan diberikan pembelajaran dalam satu semester sebanyak 3 jam selama 20 minggu pembelajaran, sehingga dalam satu semester membutuhkan waktu 60 jam pembelajaran. Dalam pelaksanaan pembelajaran disesuaikan dengan kemampuan sekolah untuk menganalisis pembagian jam pembelajaran pada setiap kompetensi dasar. Setiap kompetensi dasar dalam buku teks bahan ajar siswa ini dibagi dalam dua kegiatan belajar sesuai dengan isi disetiap kompetensi dasar.

Kompetensi Dasar itu adalah:

1. Menerapkan budidaya pakan alami (Phytoplankton, zooplankton dan benthos).
2. Menerapkan *enrichment* pakan alami (Phytoplankton, zooplankton dan benthos).

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari buku teks bahan ajar siswa yang berjudul penerapan budidaya pakan alami (Phytoplankton, zooplankton dan benthos), siswa mampu melakukan budidaya pakan alami (Phytoplankton, zooplankton dan benthos) yang dibutuhkan oleh ikan dan berlangsung secara kontinue sesuai prosedur jika disedikan sarana dan prasarana sesuai standar produksi.

2. Uraian Materi

Pada buku teks bahan ajar siswa yang berjudul produksi pakan alami satu telah dibahas berbagai macam jenis pakan alami yang sudah dapat dibudidayakan secara massal. Materi yang terdapat pada buku teks bahan ajar siswa dari kelompok Phytoplankton antara lain adalah *Chlorella, Skeletonema costatum, Spirulinaplatensis, tetraselmis chuii*. Dari kelompok zoopkankton antara lain adalah *Brachionus* sp, *Artemia salina, Moina* sp, *Daphnia*sp dan *Paramecium*. Dari kelompok Benthos antara lain adalah *Tubifex* sp dan larva *Chironomus*. Ada satu jenis pakan alami alternatif yang sudah banyak dibudidayakan secara massal adalah maggot.

Pada buku teks bahan ajar siswa yang berjudul produksi pakan alami dua akan dibahas tentang bagaimana melakukan budidaya secara massal untuk berbagai jenis pakan alami tersebut agar kontinuitas produksi sesuai dengan kebutuhan para pembudidaya ikan. Dalam membudidayakan pakan alami ini ada beberapa kegiatan yang harus dilakukan yaitu:

a. Melakukan seleksi bibit pakan alami
b. Memahami teknik perhitungan kepadatan bibit pakan alami
c. Melakukan proses pemeliharaan pakan alami
d. Melakukan perhitungan laju pertumbuhan pakan alami

e. Melakukan pemanenan pakan alami

Budidaya Phytoplankton

Phytoplankton merupakan pakan alami yang sangat dibutuhkan bagi ikan konsumsi dan ikan hias. Bagi para pengusaha ikan air laut kebutuhan akan phytoplankton sangat diperlukan karena dalam usaha pembenihan ikan air laut membutuhkan pakan alami dari kelompok phytoplankton. Pada pembenihan ikan air tawar biasanya para pengusaha tidak membutuhkan kultur phytoplankton secara khusus. Secara umum untuk membudidayakan phytoplankton tidak terlalu sulit karena phytoplankton akan tumbuh subur dikolam budidaya jika banyak terdapat unsur hara sebagai sumber nutrientnya. Selain itu dalam kultur phytoplankton hanya membutuhkan waktu yang singkat karena phytoplankton mempunyai siklus hidup yang sangat singkat dalam hitungan hari.

Pada beberapa jenis phytoplankton yang sudah dapat dibudidayakan secara massal, phytoplankton akan mencapai puncak populasi pada hari ke 5-7 dan selanjutnya akan mati. Pertumbuhan phytoplankton dalam kultur dapat ditandai dengan bertambah besarnya ukuran sel atau bertambah banyaknya jumlah sel. Hingga saat ini kepadatan sel digunakan secara luas untuk mengetahui pertumbuhan phytoplankton dalam kultur pakan alami.

Pertumbuhan phytoplankton dalam kultur dapat ditandai dengan adanya pertambahan besar ukuran sel atau bertambahnya kepadatan populasi.Untuk mengetahui pertumbuhan phytoplankton dalam kultur pakan alami dapat dilihat dari stadia perkembangbiakan phytoplankton yang dapat dikelompokkan menjadi empat fase yaitu fase istirahat, fase eksponensial, fase stationer dan fase kematian. Ada juga beberapa ahli planktonologi membagi siklus pertumbuhan microalgae menjadi lima fase

meliputi fase lag, fase eksponensial, fase penurunan kecepatan pertumbuhan, fase stasioner, dan fase kematian. Pada fase lag pertambahan densitas populasi hanya sedikit bahkan cenderung tidak ada karena sel melakukan adaptasi secara fisiologis sehingga metabolisme untuk tumbuh lamban. Pada fase eksponensial pertambahan kepadatan sel (N) dalam waktu (t) dengan kecepatan pertumbuhan (μ) sesuai dengan rumus fungsi eksponensial. Pada fase penurunan kecepatan tumbuh pembelahan sel mulai melambat karena kondisi fisik dan kimia kultur mulai membatasi pertumbuhan. Pada fase stasioner faktor pembatas dan kecepatan pertumbuhan sama karena jumlah sel yang membelah dan yang mati seimbang. Pada fase kematian kualitas fisik dan kimia kultur berada pada titik dimana sel tidak mampu lagi mengalami pembelahan. Waktu generasi microalgae adalah waktu yang dibutuhkan oleh mikro algae untuk sekali membelah menjadi dua.Jika dibuat suatu kurva pertumbuhan adalah merupakan kurva pertumbuhan sigmoid yang hampir sama pada seluruh makhluk hidup pada umumnya.

Fase istirahat adalah fase dimana pada pertama kali setelah penambahan inokulasi kedalam media kultur, populasi tidak mengalami perkembangan. Ukuran sel pada saat ini pada umumnya meningkat. Secara fisiologis phytoplankton sangat aktif dan terjadi proses sintesis protein baru. Organisme mengalami metabolisme tetapi belum terjadi pembelahan sel sehingga kepadatan sel belum meningkat.

Fase eksponensial adalah fase dimana phytoplankton mulai melakukan pembelahan sel dengan laju pertumbuhan tetap. Pada kondisi lingkungan kultur yang optimal maka laju pertumbuhan akan mencapai maksimal. Fase ekponensial ini dapat juga disebut dengan fase logaritmik.

Fase stationer adalah fase dimana pertumbuhan phytoplankton mengalami penurunan dibandingkan fase logaritmik. Pada fase ini laju reproduksi sama dengan laju kematian. Penambahan dan pengurangan phytoplankton jumlah nya relatif sama atau seimbang sehingga kepadatan phytoplankton tetap.

Fase kematian adalah fase dimana laju kematian lebih cepat daripada laju reproduksi dan pada fase ini jumlah sel menurun secara geometrik. Penurunan kepadatan phytoplankton ditandai dengan perubahan kondisi optimum yang dipengaruhi oleh temepratur, cahaya, pH, jumlah unsur hara dan beberapa kondisi lingkungan lainnya.

Menurut Erlina dan Hastuti (1986) grafik pertumbuhan phytoplankton tersebut mengalami empat tahap perkembangan yang berbeda (Gambar 1) yaitu:

1. Tahap Adaptasi

   Tahap adaptasi yaitu tahap sel menyesuaikan diri dengan media kultur yang sudah dipupuk atau diberi nutrien. Tahap adaptasi dengan lingkungan yang baru, populasi tidak berubah untuk sementara waktu.Sesaat setelahpenambahan inokulumkedalam media kultur, populasi tidak mengalami perubahan. Ukuran sel pada saat ini pada umumnya meningkat. Secara fisiologis phytoplankton sangat aktif dan terjadi proses sintesis protein baru. Organisme mengalami metabolisme, tetapi belum terjadi pembelahan sel sehingga kepadatan sel belum meningkat.

2. Tahap pembelahan

   Tahap pembelahan yaitu tahap sel yang telah mengabsorbsi zat-zat hara dan mulai melakukan pembelahan sel. Pada tahap pembelahan ini beberapa ahli mengelompokkan menjadi tahapan

Eksponensial/logaritmik karena pada tahap ini biasanya diawali oleh pembelahan sel dengan laju pertumbuhan tetap. Pada kondisi kultur yang optimum, laju pertumbuhan pada fase ini mencapai maksimal. Selain itu juga dapat ditandai dengan pembiakan sel yang cepat dan konstan.

3. Tahap Pertumbuhan dipercepat

   Tahap pertumbuhan dipercepat yaitu tahap sel mengalami pembelahan berkali-kali akibat faktor lingkungan yang sangat mendukung proses pertumbuhan.

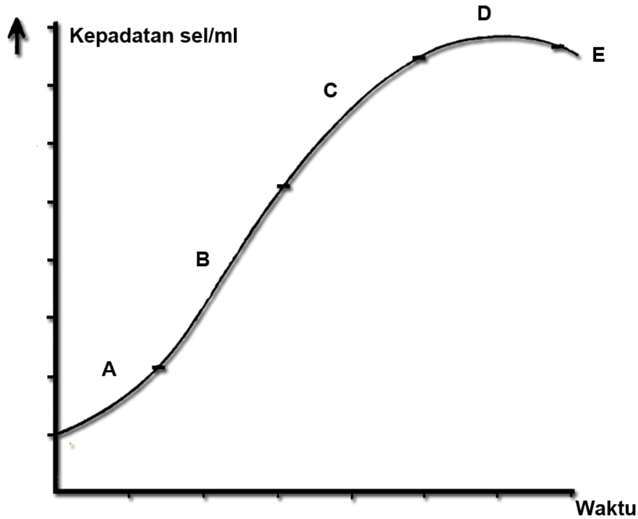
4. Tahap Stasioner

   yaitu tahap jumlah sel sudah mencapai puncaknya dan kecepatan pertumbuhan sel seimbang dengan faktor pembatas. Pada tahap ini, pertumbuhan mulai mengalami penurunan dibandingkan dengan fase logaritmik. Pada fase ini laju reproduksi sama dengan laju kematian. Dengan demikian penambahan dan pengurangan jumlah phytoplankton relatif sama atau seimbang sehingga kepadatan phytoplankton tetap. Terjadinya penurunan kecepatan perkembangan secara bertahap. Jumlah populasi konstan dalam waktu tertentu sebagai akibat dari penghentian pembiakan sel-sel secara total atau adanya keseimbangan antara tingkat kematian dan tingkat pertumbuhan. Kecepatan tumbuh mulai melambat, faktor yang berpengaruh adalah kekurangan nutrient, laju suplai CO_2 atau O_2, dan perubahan nilai pH.

5. Tahap Kematian

   Tahap kematian yaitu tahap menurunnya jumlah sel akibat lingkungan sudah tidak mendukung untuk perkembangan sel. Pada tahap ini laju kematian lebih cepat daripada laju reproduksi. Jumlah sel menurun secara geometrik. Penurunan kepadatan phytoplankton ditandai dengan perubahan kondisi optimum yang dipengaruhi temperature, cahaya, pH

air, jumlah hara yang ada, dan beberapa kondisi lingkungan yang lain.Tingkat kematian lebih tinggi dari tingkat perkembangan.Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



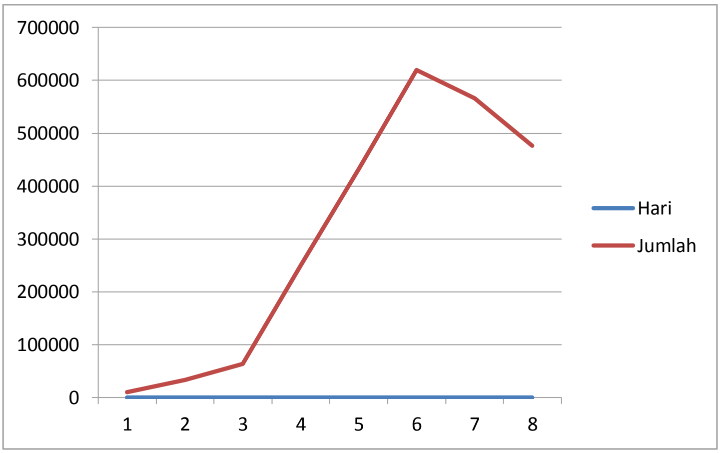
Gambar 1. Grafik Pertumbuhan Phytoplankton

(Erlina dan Hastuti, 1986)

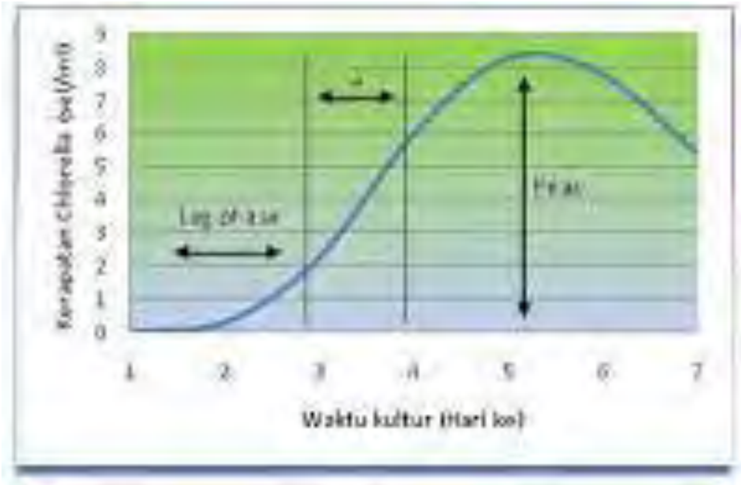
Pertumbuhan adalah perubahan ukuran baik panjang, berat atau volume dalam jangka waktu tertentu. Pertumbuhan ini secara fisik diekspresikan dengan adanya perubahan jumlah atau ukuran sel penyusun jaringan tubuh pada periode waktu tertentu. Pertumbuhan pada phytoplankton apapun jenisnya seperti telah dijelaskan sebelumnya, pertumbuhan phytoplankton tersebut dapat dilihat dengan melakukan perhitungan laju pertumbuhannya.

Perhitungan laju pertumbuhan phytoplankton pada saat melakukan budidaya phytoplankton harus dilakukan secara kontinue, untuk pakan

alami phytoplankton yang mempunyai siklus reproduksi yang singkat hanya dalam hitungan hari maka pemantauan laju pertumbuhan harus dilakukan setiap hari. Perhitungan laju pertumbuhan phytoplankton dilakukan dengan menggunakan alat bantu yaitu Haemocytometer. Dalam melakukan perhitungan agar tidak terjadi bias dalam memperoleh data maka harus dilakukan minimal tiga kali ulangan. Berdasarkan hasil pemantauan pertumbuhan phytoplankton setiap hari akan dapat diperoeh kurva pertumbuhan phytoplankton yang telah diamati. Berdasarkan hasil pengamatan untuk budidaya phytoplankton jenis *Tetraselmis chuii* dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan pertumbuhan phytoplankton jenis *Chlorella* sp dapat di lihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Grafik pertumbuhan *Tetraselmis chuii*



Gambar 3. Grafik pertumbuhan *Chlorella* sp.

Perhitungan laju pertumbuhan phytoplankton dapat diukur dengan melakukan pengukuran kepadatan phytoplankton di dalam wadah budidaya. Dengan adanya penambahan jumlah sel didalam wadah budidaya maka telah terjadi pertumbuhan. Oleh karena itu dengan melakukan penghitungan kepadatan phytoplankton digunakan sebagai salah satu ukuran mengetahui pertumbuhan phytoplankton, mengetahui kepadatan bibit, kepadatan pada awal kultur, dan kepadatan pada saat panen. Kepadatan phytoplankton dapat dihitung dengan menggunakan Haemacytometer.

Haemacytometer adalah alat yang biasanya digunakan untuk menghitung sel-sel darah merah di Laboratorium Rumah sakit. Untuk dapat mempergunakan alat-alat ini perlu alat yang lain yaitu mikroskop dan pipet tetes. Untuk memudahkan penghitungan phytoplankton yang diamati biasanya menggunakan alat bantu Hand Counter.

Haemacytometer merupakan suatu alat yang terbuat dari gelas yang dibagi menjadi kotak-kotak pada dua tempat bidang pandang. Kotak tersebut berbentuk bujur sangkar dengan sisi 1 mm, sehingga apabila ditutup dengan gelas penutup volume ruangan yang terdapat diatas bidang bergaris adalah 0,1 mm atau 10^{-4} ml. Kotak bujur sangkar yang mempunyai sisi 1 mm tersebut dibagi lagi menjadi 25 buah kotak bujur sangkar, yang masing-masing dibagi lagi menjadi 16 kotak bujur sangkar kecil. Penjelasan tentang alat ini sudah dijelaskan pada pembelajaran sebelumnya yaitu produksi pakan alami semester 1.

Cara penghitungan kepadatan phytoplankton dengan Haemocytometer adalah sebagai berikut: Haemocytometer dibersihkan dan dikeringkan terlebih dahulu dengan tissue. Kemudian gelas penutupnya dipasang. Phytoplankton yang akan dihitung kepadatannya diteteskan dengan menggunakan pipet tetes pada bagian parit yang melintang hingga penuh. Penetesan harus hati-hati agar tidak terjadi gelembung udara dibawah gelas penutup. Selanjutnya Haemocytometer tersebut diamati dibawah mikroskop dengan pembesaran 100 atau 400 kali dan dicari bidang yang berkotak-kotak.

Cara Menghitung Kepadatan Phytoplankton

1. Teteskan sampel phytoplankton diatas permukaan gelas preparat dibagian tengah, kemudian tutup dengan gelas penutup maka air akan menutupi permukaan gelas yang bergaris. Luas permukaan yang bergaris adalah 1 mm persegi dan tinggi atau jarak cairan sampel phytoplankton antara permukaan gelas bagian tengah dan gelas penutup juga diketahui yaitu 0,1 mm , maka volume air diatas permukaan bergaris sama dengan 1 mm^2 X 0,1 mm = 0,1 mm^3 (0,0001 cm^3).

2. Hitunglah jumlah plankton yang terdapat dalam kotak dan lakukan perhitungan :
   a. Jika dihitung dalam 400 kotak: Jumlah sel X 10.000/ml(N x 10^4 sel/ml)
   b. Jika dihitung hanya beberapa kotak : rata-rata jumlah sel/kotak X 400 kotak X 10.000/ml

   Pemantauan pertumbuhan untuk semua phytoplankton yang akan dibudidayakan secara massal adalah sama. Selanjutnya yang mebedakan antara masing-masing jenis phytoplankton tersebut adalah media tumbuhnya. Oleh karena itu selanjutnya akan dibahas tentang berbagai macam budidaya phytoplankton tersebut.

Budidaya Chlorella

Menurut habitat hidupnya ada dua macam *Chlorella*, yaitu *Chlorella* yang hidup di air tawar dan*Chlorella*yang hidup di air laut. Contoh *Chlorella* yang hidup di air laut adalah *C. minutissima, C. vulgaris, C. pyrenoidosa, C. Virginica.* Sedangkan*Chlorella* yang hidup di air tawar belum diidentifikasi spesiesya sehingga untuk *Chlorella* air tawar cukup menuliskan *Chlorella* sp.

Chlorella termasuk dalam phytoplankton, bentuknya bulat atau bulat telur, mempunyai kloroplas seperti cawan, dindingnya keras, padat dan garis tengahnya 5 mikron meter, perkembangbiakan terjadi secara aseksual yaitu dengan pembelahan sel atau pemisahan autospora dari sel induknya. *Chlorella* hidup pada tempat-tempat yang basah dan medianya mengandung cukup unsusr hara seperti N, P, K dan unsur mikro lainnya (Karbon, Nitrogen, Fosfor, Sulfur dan lain-lain). Budidaya *Chlorella*dilakukan karena *Chlorella* berfungsi sebagai pakan alami Rotifera sehingga untuk dapat melakukan budidaya Rotifera maka terlebih dahulu

stok *Chlorella* sebagai pakan alami Rotifera harus tersedia secara kontinu. Sehingga pada saat ini budidaya Rotifera belum dapat dilakukan karena ketersediaan *Chlorella* belum terpenuhi.

Budidaya *Chlorella* sangat dibutuhkan untuk kebutuhan zooplankton yang nantinya akan dipergunakan untuk pakan ikan konsumsi atau ikan hias. Tahapan yang harus dilakukan untuk membudidayakan *Chlorella* ada beberapa tahap diantaranya adalah menyiapkan peralatan dan media budidaya, menyiapkan bibit *Chlorella* tersebut dan melakukan pemeliharaan serta pemanenan.

Budidaya *Chlorella* dilakukan dengan terlebih dahulu mempersiapkan alat, bahan dan media budidaya. Peralatan, bahan dan media budidaya *Chlorella* yang dibutuhkan sangat bergantung pada skala produksi yang akan dibuat. Untuk skala kecil alat dan bahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Dalam budidaya *Chlorella* skala Laboratorium digunakan wadah berupa erlenmeyer atau botol-botol kecil berukuran 1-2 liter. Hasil budidaya pada skala laboratorium biasanya digunakan sebagai stok untuk budidaya skala massal. Dalam budidaya *Chlorella* skala Laboratorium wadah yang digunakan harus dibersihkan dan disanitasi. Umumnya pencucian dapat menggunakan deterjen dan dibilas sampai bersih kemudian dikeringkan. Setelah kering kemudian wadah disanitasikan dengan cara direbus pada suhu 110 derajat Celcius. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah adanya kontaminan yang mengganggu budidaya *Chlorella*.

Peralatan yang digunakan dalam budidaya *Chlorella*skala massal terlebih dahulu dibersihkan dan disanitasi dengan dicuci bersih dengan deterjen kemudian dikeringkan, untuk peralatan yang kecil bisa disterilisasikan dengan cara direbus dengan air mendidih, sedangkan bak budidaya massal

setelah dicuci dan dibersihkan harus dikeringkan terpapar sinar matahari. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kontaminan terhadap media budidaya *Chlorella.* Air yang digunakan sebagai media juga direbus sampai mendidih untuk mematikan jenis plankton yang hidup pada air tersebut yang akan menjadi kontaminan. Sedangkan air yang akan digunakan untuk budidaya massal adalah air tanah/air sumur atau air laut yang telah dilakukan penyaringan dengan plankton net.

Tabel 1. Peralatan, bahan dan media budidaya *Chlorella* skala massal

No.	Alat/bahan/media	Jumlah	Fungsi/kegunaan
1.	Rak kultur	1 buah	Tempat menyimpan botol-botol kultur
2.	Lampu neon	6 buah	Sumber cahaya yang digunakan *Chlorella* untuk proses fotosintesis
3.	Topless Uk 1 L	3 buah	Tempat kultur *Chlorella*
4.	Topless Uk 3 L	9 buah	Tempat kultur *Chlorella*
5.	Aerator	1 Set	Sumber oksigen untuk kultur *Chlorella*
6.	Selang aerasi	9 buah	Untuk menyalurkan oksigen dari aerator
7.	Alumunium foil	1 gulung	Penutup toples kultur
8.	Timbangan digital	1 buah	Untuk menimbang pupuk
9.	Pupuk : - Urea - $FeCl_3$ - TSP	1 Kg	Media kultur *Chlorella*
10.	Chlorella murni	1 liter	Bibit untuk budidaya
11.	Bak	4 buah	Kultur massal *Chlorella*

Penyiapan media tumbuh

Media tumbuh untuk budidaya *Chlorella* berupa air yang sudah diberi pupuk. Air yang digunakan dapat berupa air sumur, air mata air atau dari akuades. Air yang digunakan juga harus bersih. Untuk air mata air atau air sumur sebaiknya air difilter terlebih dahulu untuk menyaring partikel yang tersuspensi dalam air. Selanjutnya air juga harus disanitasi dengan cara merebus air sampai mendidih, sehingga air yang digunakan bebas dari kontaminasi plankton lain khususnya zooplankton yang akan memakan *Chlorella.* Selanjutnya erlenmeyer atau botol-botol kecil yang sudah diisi air sebanyak 1 liter ditempatkan pada rak yang dilengkapi dengan selang aerasi dan lampu neon. Hal ini dilakukan supaya cahaya cukup untuk proses fotosintesis *Chlorella* dan agar *Chlorella* tidak mengendap. Dalam budidaya *Chlorella* skala laboratorium sebaiknya dilakukan pada suhu antara 21-25 derajat Celcius, dengan tujuan agar pertumbuhannya tidak terlalu cepat.

Setelah persiapan wadah selesai dilakukan kemudian dilakukan pemupukan. Pemupukan ini dilakukan agar kebutuhan unsur hara dari *Chlorella* terpenuhi sehingga *Chlorella* dapat berkembang. Pupuk yang digunakan sangat bergantung pada jenis *Chlorella* yang akan dibudidayakan. Untuk budidaya *Chlorella* air tawar ada tiga komposisi pupuk yang biasa digunakan yaitu:

1. Media Benneck, komposisi pupuk untuk media Benneck terdiri dari 100 miligram $MgSO_4$, 200 miligram KH_2PO4, 500 miligram$NaNO_3$dan $FeCl_3$ sedikit saja dilarutkan dalam satu liter air jika akan membuat volume media lebih banyak lagi maka dikalikan jumlah pupuk dengan volume air yang diinginkan.

2. Media Detmer, komposisi pupuk untuk media Detmer terdiri dari 1.000 miligram Ca(NO3)2, 250 miligram KCl, 250 miligram KH2PO4 dan 550 miligram MgSO4, dilarutkan dalam satu liter air jika akan membuat volume media lebih banyak lagi maka dikalikan jumlah pupuk dengan volume air yang diinginkan.
3. Media pupuk komersial, komposisi pupuk untuk media pupuk komersial terdiri dari 800 miligram Urea, 15 miligramTSP dan 40 miligramKCl,dilarutkan dalam satu liter air jika akan membuat volume media lebih banyak lagi maka dikalikan jumlah pupuk dengan volume air yang diinginkan.

Untuk budidaya *Chlorella* air laut ada dua komposisi pupuk yang biasa digunakan yaitu:

1. Allan Miguel, komposisi pupuk terdiri dari 2 larutan, yaitu: (1) Larutan A, terdiri dari 20 gram KNO_3 dalam 100 ml air suling (akuades); (2) Larutan B, terdiri dari: 4 gram Na_2HPO_4.12H2O; 2 gram $CaCl_2.6H_2O$; 2 gram $FeCl_3$; dan 2 ml HCl; semuanya dilarutkan dalam 80 ml air suling. Setiap satu liter medium akan menggunakan 2 ml larutan A dan 1 ml larutan B. Jikaakan membuat volume media lebih banyak lagi maka dikalikan jumlah pupuk dengan volume air yang diinginkan.

2. EDTA, komposisi pupuk terdiri dari: 100miligram urea, 10 miligram K_2HPO_4, 2 miligram $FeCl_3$; dan 2 miligram Na_2EDTA; semuanya dilarutkan dalam 80 ml air suling (akuades). Jika akan membuat volume media lebih banyak lagi maka dikalikan jumlah pupuk dengan volume air yang diinginkan

Inokulasi Bibit Chlorella

Pada prinsipnya cara penginokulasian bibit jenis-jenis phytoplanktonadalah sama. Phytoplankton yang umum dibudidaya di panti benih ikan air tawar adalah *Chlorella*. Phytoplankton ini diperlukan sebagai pakan zooplankton, seperti Rotifera misalnya. Di media pemeliharaan larva ikan, *Chlorella* biasa ditambahkan untuk mempertahankan kualitas air, mengontrol kelimpahan mikroba, serta mempertahankan nilai nutrisi dari zooplankton yang ada di dalamnya.

Chlorella adalah phytoplankton yang bersel tunggal dengan ukuran sel kurang lebih 5 mikron meter. *Chlorella* adalah phytoplankton yang berwarna hijau sebab mengandung klorofil. Identifikasi *Chlorella* dapt dilakukan dengan menggunakan mikroskop.Bibit *Chlorella* dapat diperloleh dari lembaga penelitian milik pemerintah atau dari panti-panti pembenihan ikan. Volume inokulan biasanya sebanyak 2-10% dari volume wadah yang akan digunakan. Dalam waktu 5-7 hari akan dicapai puncak populasi dengan kepadatan 10^7 sel/ml media. Secara fisik akan terlihat bahwa air berwarna hijau apabila budidayanya berhasil. Air media yang berwarna coklat atau adanya pengendapan menunjukkan phytoplankton mati atau terjadi kontaminasi dengan phytoplankton lain yang berwarna coklat

Identifikasi jenis *Chlorella* dimaksudkan supaya jenis pakan alami yang dikultur sesuai dengan yang diinginkan tidak terkontaminasi dengan jenis lain. Adapun identifikasi pakan alami dengan cara media pakan alami disaring dengan menggunakan plankton net berukuran 15 mikron meter, kemudian hasil saringannya diamati di bawah mikroskop. *Chlorella* akan tersaring dengan plankton net tersebut.

Budidaya *Chlorella* di Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian dapat dilakukan dan proses yang

dikerjakan setelah bibit *Chlorella* diperoleh dari lembaga penelitian milik pemerintah selanjutnya dilakukan inokulasi bibit dengan cara menyiapkan media untuk inokulasi berupa air yang dimasukan ke dalam toples dan diisi dengan pupuk berupa urea, $FeCl_3$, dan TSP. Bibit *Chlorella* murni sebanyak 1 liter dengan kepadatan tertentu diinokulasikan ke dalam 4 botol toples (1 liter) yang berisi media tersebut dengan cara menuangnya sebanyak 200 ml atau sampai media tersebut berwarna hijau cerah dengan perbandingan volume 1 : 3 (bibit Chlorella : media). Media tersebut kemudian diaerasi serta ditutup dengan menggunakan alumunium foil. Karena *Chlorella* merupakan kelompok phytoplankton yang membutuhkan cahaya untuk proses fotosintesis, maka pada kegiatan ini *Chlorella* disinari dengan lampu neon yang dipasang di atas dan di bawah wadah kultur (toples).

Pemeliharaan dilakukan dengan cara mengamati setiap hari toples yang berisi kultur tersebut. Pengamatan meliputi perubahan warna pada media, apabila media berwarna hijau cerah menandakan bahwa kultur yang kita lakukan berhasil, sedangkan apabila terjadi perubahan warna (hijau pucat, coklat atau jernih) atau terjadi pengendapan di dasar wadah (toples) berarti kultur yang kita lakukan belum berhasil karena terjadi kematian pada *Chlorella* yang dapat terjadi karena adanya kontaminasi pada wadah atau media tersebut.

Dari hasil pengamatan tersebut didapatkan pada hari kedua setelah inokulasi bibit, terjadi kematian *Chlorella* pada botol 2 dengan indikasi perubahan warna media menjadi jernih. Kemudian hal ini terjadi lagi pada hari ke 5 yang terjadi pada 3 botol lainnya dengan indikasi yang sama sehingga pengamatan dilakukan pada 1 botol sisa. Puncak pertumbuhan Chlorella terjadi pada hari ke- 7 setelah inokulasi bibit sehingga pada hari tersebut dilakukan peremajaan dengan cara pemindahan ke dalam media

baru untuk pertumbuhan *Chlorella* tersebut. Dari 1 botol *Chlorella* hasil budidaya yag tersisa tersebut dipindahkan atau diencerkan ke dalam 9 toples ukuran 3 liter sampai warnanya hijau cerah kemudian terus dilakukan pengamatan setiap harinya untuk menghindari kematian *Chlorella* pada masing-masing toples dan apabila terjadi kematian maka peralatan dan wadah harus segera dibersihkan untuk menghindari kontaminasi terhadap toples yang lain.



Gambar 4. Budidaya *Chlorella* di laboratorium

Budidaya *Chlorella* secara massal

Chlorella yang telah diperoleh dari hasil budidaya di laboratorium skala intermediet atau semi massal selanjutnya akan dipergunakan untuk bibit budidaya *Chlorella* secara massal. Untuk membudidayakan *Chlorella* secara massal wadah yang dipergunakan adalah bak atau kolam yang terpapar dengan sinar matahari.

Adapun prosedur kultur *Chlorella*sp. skala massal adalah sebagai berikut :

1. Wadah dicuci dan dibebashamakan dengan menggunakan larutan Klorin dan dikeringkan dengan pemaparan dibawah sinar matahari, biasanya penjemuran dilakukan dua hari.
2. Menyiapkan medium untuk budidaya Chlorella dengan cara memasukkan air sumur disaring dengan filter bag kemudian disterilkan dengan Klorin 10 ppm dan diaerasi kuat selama 24 jam. Air media sebanyak 1.000 liter dimasukkan ke dalam bak pemeliharaan.
3. Unsur hara sebagai nutrient yang dibutuhkan untuk tumbuh dan berkembangnya phytoplankton di dalam wadah budidaya *Chlorella* secara massal menggunakan pupuk teknis. Pupuk teknis tersebut dapat terdiri dari : Urea 300 gram, TSP 300 gram, tepung ikan 150 gram, tepung kedelai 150 gram, dan dedak 300 gram dimasukkan ke dalam air media kemudian diaduk dan diaerasi. Atau dapat juga menggunakan pupuk teknis dengan formula 800 gram urea, 15 gram TSP dan 40 gram KCl . Formulasi pupuk ini dapat dimanipulasi sesuai dengan kebutuhan dan pengalaman pembudidaya.
4. Masukkan inokulan *Chlorella* sp. sebanyak 5 gallon dari hasil kultur semi massal. *Chlorella* sp dapat dipanen setelah 4-5 hari pemeliharaan karena biasanya terjadi pertumbuhan optimal pada 5 hari setelah penebaran bibit.
5. Untuk kultur *Chlorella sp* tahap selanjutnya dilakukan dengan memindahkan inokulan sebanyak 10 liter yang disaring dengan filter bag ke dalam bak budidaya yang sudah disterilkan

6. Kultur selanjutnya dilakukan dengan tahapan seperti tersebut diatas dan dilakukan secara berkesinambungan dengan tetap menjaga tingkat kemurnian *Chlorella* sp.

PemanenanChlorella

Pemanenan *Chlorella* dilakukan pada hari ke-5 sampai ke-7 yaitu ketika terjadi puncak populasi dari pertumbuhan *Chlorella*. Pemanenan dilakukan dengan cara memindahkan ke dalam media yang baru. Berdasarkan pola pertumbuhan phytoplankton, maka pemanenan phytoplankton harus dilakukan pada saat yang tepat yaitu pada saat phytoplankton tersebut mencapai puncak populasi. Apabila pemanenan phytoplankton terlalu cepat atau belum mencapai puncak populasi, sisa zat hara masih cukup besar sehingga dapat membahayakan organisma pemangsa karena pemberian phytoplankton pada bak larva kebanyakan dengan cara memindahkan massa air kultur phytoplankton. Sedangkan apabila pemanenan terlambat maka sudah banyak terjadi kematian phytoplankton sehingga kualitasnya turun. Khusus untuk phytoplankton jenis *Chlorella* sp pemanenan dilakukan pada saat pemeliharaan selama 5 hari karena phytoplankton tersebut mencapai puncak populasi pada saat hari ke 5 setelah pembibitan, oleh karena itu sebaiknya segera dipanen.

Pemanenan phytoplankton dapat dilakukan dengan berbagai macam alat sesuai dengan kebutuhan dan jumlah phytoplankton. Adapun peralatannya antara lain : centrifuge, plate separator, dan berbagai macam filter. Pemanenan dapat dilakukan secara total atau sebagian. Apabila panen dilakukan sebagian, phytoplankton yang telah siap dipanen diambil sebanyak 2/3 bagian. Kemudian ke dalam sisa phytoplankton yang 1/3 bagian tersebut ditambahkan air laut dengan salinitas tertentu (10-20 ppt). selanjutnya dilakukan pemupukan sekitar ½ dosis. Panen sebagian ini

sebaiknya dilakukan tidak lebih dari tiga kali pada bak budidaya yang sama, setelah itu harus dilakukan panen total.

PASCA PANEN

Chlorella sp yang telah dipanen memiliki banyak peranan yang sangat penting, baik sebagai pakan alami larva terutama larva ikan kakap putih, ikan kakap merah, dan ikan kerapu, juga sebagai *green water* pada pemeliharaan berbagai jenis larva. Bahkan kini banyak digunakan dalam sistem pengolahan dan penanggulangan air limbah. *Chlorella* sp ternyata sudah dikonsumsi manusia dan sangat mudah didapatkan dipasaran dalam berbagai bentuk, seperti tablet, sirup, permen, shampoo, sabun, handbody lotion, dan lain-lain.*Chlorella* sebagai makanan manusia karena kadar asam lemak *Chlorella* air laut mengandung asam lemak Omega tiga dan *Chlorella* air tawar mengandung asam lemak Omega enam.

Hasil pemanenan dapat disimpan dalam bentuk kering didapat dari hasil penjemuran phytoplankton konsentrat dibawah sinar matahari. Penjemuran dilakukan dalam kotak penjemuran bertenaga surya yang dapat menghasilkan udara panas dengan suhu sekitar 70 ^{0}C atau dengan alat *Freeze Dryer* dimana bahan apapun yang dikeringkan dengan mesin tersebut mempunyai warna dan bentuk aslinya hanya kadar airnya berkurang menjadi kering. Dengan suhu ini komposisi gizi phytoplankton terutama protein tidak rusak. *Chlorella sp* yang kering yang didapat disimpan dalam botol-botol yang tertutup rapat. Pengeringan juga dapat dilakukan dengan menggunakan oven. Phytoplankton freeze (beku) didapat dari hasil penyimpanan phytoplankton yang telah dipadatkan didalam freezer.

Tetraselmis chuii

Tetraselmis chuii adalah phytoplankton yang hanya ada di perairan laut dan jenis phytoplankton ini berperan penting bagi produksi budidaya ikan dan udang di panti pembenihan. Jenis ini merupakan phytoplankton dari kelas Chlorophyceae yang berbentuk sel tunggal dan mempunyai flagella serta mengandung lebih banyak pigmen berklorofil berwarna hijau dibandingkan pigmen lainnya, sehingga pada saat membudidayakan phytoplankton ini akan tampak berwarna hijau dan dipenuhi dengan plastida chloroplast.

Untuk membudidayakan *Tetraselmis chuii* sama seperti phytoplankton lainnya dimulai dari mempersiapkan wadah dan media budidaya, menyiapkan bibit, melakukan inokulasi bibit phytoplankton, melakukan pemeliharaan terhadap phytoplankton tersebut dan melakukan pemanenan sesuai masa pertumbuhan optimal pytoplankton tersebut.

Penyiapan media tumbuh

Media tumbuh untuk budidaya *Tetraselmis chuii* berupa air laut yang sudah diberi pupuk. Air yang digunakan dapat berupa air laut yang berasal dari laut dan telah mengalami penyaringan. Air yang digunakan juga harus bersih. Untuk air laut yang digunakan untuk budidaya sebaiknya air difilter terlebih dahulu untuk menyaring partikel yang tersuspensi dalam air. Selanjutnya air juga harus disanitasi dengan cara merebus air sampai mendidih jika akan digunakan untuk kultur murni, sehingga air yang digunakan bebas dari kontaminasi plankton lain khususnya zooplankton yang akan memakan *Tetraselmis chuii*. Selanjutnya erlenmeyer atau botol-botol kecil yang sudah diisi air sebanyak 1 liter ditempatkan pada rak yang dilengkapi dengan selang aerasi dan lampu neon. Hal ini dilakukan supaya cahaya cukup untuk proses fotosintesis *Tetraselmis chuii* dan agar *Tetraselmis chuii* tidak mengendap. Dalam budidaya *Tetraselmis chuii* skala

laboratorium sebaiknya dilakukan pada suhu antara 21-25 derajat Celcius, dengan tujuan agar pertumbuhannya tidak terlalu cepat.

Setelah persiapan wadah selesai dilakukan kemudian dilakukan pemupukan. Pemupukan ini dilakukan agar kebutuhan unsur hara dari *Tetraselmis chuii* terpenuhi sehingga *Tetraselmis chuii* dapat berkembang. Pupuk yang digunakan sangat bergantung pada jenis *Tetraselmis chuii* yang akan dibudidayakan. Untuk budidaya *Tetraselmis chuii* ada dua komposisi pupuk yang biasa digunakan yaitu:

1. Media TMRL, komposisi pupuk terdiri dari 100 gram KNO_3,10 gram Na_2HPO_4,,3 gram $FeCl_3$, dan 2 gram $Na_2Si_2O_3$ semuanya dilarutkan dalam satu ton air. Jikaakan membuat volume media lebih banyak lagi maka dikalikan jumlah pupuk dengan volume air yang diinginkan.

2. Media Jepara menurut Erlina dan Hastuti, komposisi pupuk terdiri dari: 80 ppmUrea, 10 ppm TSP, 5 ppm ZA, 5 ppm FeCl3, 15 ppm NaNO3, 3 ppm EDTA, salinitas 27-32 permill. Jika akan membuat volume media lebih banyak lagi maka dikalikan jumlah pupuk dengan volume air yang diinginkan

Inokulasi Bibit Tetraselmis chuii

Pada prinsipnya cara penginokulasian bibit jenis-jenis phytoplanktonadalah sama. Phytoplankton yang umum dibudidaya di panti benih ikan air laut adalah *Tetraselmis chuii*. Phytoplankton ini diperlukan sebagai pakan zooplankton, seperti Rotifera misalnya. Di media pemeliharaan larva ikan, *Tetraselmis chuii* biasa ditambahkan untuk mempertahankan kualitas air, mengontrol kelimpahan mikroba, serta mempertahankan nilai nutrisi dari zooplankton yang ada di dalamnya.

*Tetraselmis chuii*adalah phytoplankton yang bersel tunggal dengan ukuran sel kurang lebih 7-12mikron meter. *Tetraselmis chuii* adalah phytoplankton yang berwarna hijau sebab mengandung klorofil dan mempunyai empat buah flagella. Identifikasi *Tetraselmis chuii* dapt dilakukan dengan menggunakan mikroskop.Bibit *Tetraselmis chuii* dapat diperloleh dari lembaga penelitian milik pemerintah atau dari panti-panti pembenihan ikan. Volume inokulan biasanya sebanyak 2-10% dari volume wadah yang akan digunakan. Dalam waktu 5-7 hari akan dicapai puncak populasi dengan kepadatan 4-5.10^6 sel/ml media. Secara fisik akan terlihat bahwa air berwarna hijau apabila budidayanya berhasil. Air media yang berwarna coklat atau adanya pengendapan menunjukkan phytoplankton mati atau terjadi kontaminasi dengan phytoplankton lain yang berwarna coklat

Identifikasi jenis *Tetraselmis chuii* dimaksudkan supaya jenis pakan alami yang dikultur sesuai dengan yang diinginkan tidak terkontaminasi dengan jenis lain. Adapun identifikasi pakan alami dengan cara media pakan alami disaring dengan menggunakan plankton net berukuran 15 mikron meter, kemudian hasil saringannya diamati di bawah mikroskop. *Tetraselmis chuii* akan tersaring dengan plankton net tersebut.

Budidaya *Tetraselmis chuii* secara massal

Tetraselmis chuii yang telah diperoleh dari hasil budidaya di laboratorium skala intermediet atau semi massal selanjutnya akan dipergunakan untuk bibit budidaya *Tetraselmis chuii* secara massal. Untuk membudidayakan *Tetraselmis chuii* secara massal wadah yang dipergunakan adalah bak atau kolam yang terpapar dengan sinar matahari.

Adapun prosedur kultur *Tetraselmis chuii* skala massal adalah sebagai berikut :

1. Wadah dicuci dan dibebashamakan dengan menggunakan larutan Klorin dan dikeringkan dengan pemaparan dibawah sinar matahari, biasanya penjemuran dilakukan dua hari.
2. Menyiapkan medium untuk budidaya *Tetraselmis chuii* dengan cara memasukkan air laut disaring dengan filter bag kemudian disterilkan dengan Klorin 10 ppm dan diaerasi kuat selama 24 jam. Air media sebanyak 1.000 liter dimasukkan kedalam bak pemeliharaan.
3. Unsur hara sebagai nutrient yang dibutuhkan untuk tumbuh dan berkembangnya phytoplankton di dalam wadah budidaya *Tetraselmis chuii* secara massal menggunakan pupuk teknis. Pupuk teknis tersebut dapat terdiri dari : Urea 10 gram, TSP 30 gram danZA 150 gram dimasukkan ke dalam air media kemudian diaduk dan diaerasi. Atau dapat juga menggunakan pupuk media TMRL dengan formula 100 gram KNO_3, 10 gram Na_2HPO_4, 3 gram $FeCL_3$ dan 2 gram $Na_2Si_2O_3$. Formulasi pupuk ini dapat dimanipulasi sesuai dengan kebutuhan dan pengalaman pembudidaya.
4. Masukkan inokulan *Tetraselmis chuii* sebanyak 5 gallon dari hasil kultur semi massal. *Tetraselmis chuii* dapat dipanen setelah 4-5 hari pemeliharaan karena biasanya terjadi pertumbuhan optimal pada 5 hari setelah penebaran bibit.
5. Untuk kultur *Tetraselmis chuii* tahap selanjutnya dilakukan dengan memindahkan inokulan sebanyak 10 liter yang disaring dengan filter bag ke dalam bak budidaya yang sudah disterilkan.
6. Kultur selanjutnya dilakukan dengan tahapan seperti tersebut diatas dan dilakukan secara berkesinambungan dengan tetap menjaga tingkat kemurnian *Tetraselmis chuii*.

PemanenanTetraselmis chuii

Pemanenan *Tetraselmis chuii* dilakukan pada hari ke-4 sampai ke-5 yaitu ketika terjadi puncak populasi dari pertumbuhan *Tetraselmis chuii*. Pemanenan dilakukan dengan cara memindahkan ke dalam media yang baru. Berdasarkan pola pertumbuhan phytoplankton, maka pemanenan phytoplankton harus dilakukan pada saat yang tepat yaitu pada saat phytoplankton tersebut mencapai puncak populasi. Apabila pemanenan phytoplankton terlalu cepat atau belum mencapai puncak populasi, sisa zat hara masih cukup besar sehingga dapat membahayakan organisma pemangsa karena pemberian phytoplankton pada bak larva kebanyakan dengan cara memindahkan massa air kultur phytoplankton. Sedangkan apabila pemanenan terlambat maka sudah banyak terjadi kematian phytoplankton sehingga kualitasnya turun. Khusus untuk phytoplankton jenis *Tetraselmis chuii* pemanenan dilakukan pada saat 4 hari pemeliharaan karena phytoplankton tersebut mencapai puncak populasi pada saat hari ke 4 setelah pembibitan maka sebaiknya segera dipanen.

Pemanenan phytoplankton dapat dilakukan dengan berbagai macam alat sesuai dengan kebutuhan dan jumlah phytoplankton. Adapun peralatannya antara lain : centrifuge, plate separator, dan berbagai macam filter. Pemanenan dapat dilakukan secara total atau sebagian. Apabila panen dilakukan sebagian, phytoplankton yang telah siap dipanen diambil sebanyak 2/3 bagian. Kemudian ke dalam sisa phytoplankton yang 1/3 bagian tersebut ditambahkan air laut dengan salinitas tertentu (10-20 ppt). selanjutnya dilakukan pemupukan sekitar ½ dosis. Panen sebagian ini sebaiknya dilakukan tidak lebih dari tiga kali pada bak budidaya yang sama, setelah itu harus dilakukan panen total.

PASCA PANEN

Tetraselmis chuii yang telah dipanen memiliki banyak peranan yang sangat penting, baik sebagai pakan alami larva terutama larva ikan kakap putih, ikan kakap merah, dan ikan kerapu, juga sebagai *green water* pada pemeliharaan berbagai jenis larva. Bahkan kini banyak digunakan dalam sistem pengolahan dan penanggulangan air limbah. *Tetraselmis chuii*hasil pemanenan dapat langsung diberikan pada benih ikan air laut.

Budidaya Skeletonema costatum

Skeletonema costatum merupakan phytoplankton dari jenis diatomae yang bersel tunggal dan ukuran sel berkisar antara 4-6 µm. Sel diatomae memiliki ciri khas yaitu dinding selnya terdiri dari dua bagian seperti cawan petri. Dinding sel atas yang disebut *epiteka* saling menutupi dinding sel bagian bawah yang disebut *hipoteka* pada masing-masing tepinya. Pada setiap sel dipenuhi oleh sitoplasma. Dinding sel *Skeletonema costatum* memiliki *frustula* yang dapat menghasilkan skeletal eksternal yang berbentuk silindris (cembung) dan mempunyai duri-duri yang berfungsi sebagai penghubung pada frustula yang satu dengan yang lain sehingga membentuk filamen. Dinding sel *Skeletonema costatum* mengandung pigmen yang terdiri dari *klorofil-a, ß-karoten* dan *fukosantin*. Pigmen yang dominan adalah *karotenoid* dan *diatomin*. Adanya pigmen karoten menyebabkan dinding sel berwarna coklat keemasan.

Skeletonema costatum yang berada di pantai memiliki panjang rata-rata 9,7 µm dengan diameter rata-rata 5,8 µm.*Skeletonema costatum* merupakan diatom yang bersifat *eurythermal* yaitu mampu tumbuh pada kisaran suhu 3-30^{o}C dan suhu optimal adalah 25-27 ^{o}C serta bersifat *euryhalin* yaitu mampu tumbuh pada kisaran salinitas yang luas yaitu 15-35 ppt.

Budidaya *Skeletonema costatum* dapat dilakukan mulai dari kultur murni, semi massal atau intermediet dan kultur massal. Proses budidayanya sama persis dengan kultur phytoplankton yang sudah dijelaskan sebelumnya, dimana dimulai dari menyiapkan wadah dan media kultur, menyiapkan bibit, melakukan inokulasi bibit, memelihara pakan alami dan melakukan pemanenan. *Skeletonema costatum* hanya dapat dibudidayakan menggunakan air laut dengan salinitas yang optimal untuk tumbuh dan berkembangbiak adalah 28-34 permill.

Proses penyiapan wadah dan media adalah sama dengan proses penyiapan wadah dan media pada budidaya *Tetraselmis chuii.* Pada bahasan kali ini akan didiskusikan bagaimana melakukan kultur murni *Skeletonema costatum*, kultur semi massal dan kultur massal.

Kultur *Skeletonema costatum* dalam gelas erlemeyer 1 liter (kultur murni)

1. Gelas erlemeyer, selang dan batu aerasi dibersihkan dengan cara dicuci bersih dengan deterjent kemudian dibilas dengan Chlorin 150 ppm (150 ml chlorine dalam 1000 liter air)
2. Siapkan larutan pupuk A,B,C dan D. Larutan pupuk A adalah campuran antara 20,2 g KNO_3 dengan 100 cc aquadest. Larutan pupuk B adalah campuran antara 2,0 g Na_2HPO_4 dengan 100 cc aqudest. Larutan pupuk C adalah campuran antara 1,0 g Na_2SiO_3 dengan 100 cc aqudest. Larutan D adalah 1,0 g $FeCl_3$ dengan 20 cc aquadest.
3. Perbandingan antara air laut dengan pupuk adalah 1 liter air laut diberi larutan A, B, dan C masing-masing 1 cc dan 4 tetes larutan D.
4. Masukkan air laut yang telah disterilisasi dan dicampur dengan pupuk ke dalam wadah sebanyak 300 – 500 cc dan ukur kadar garamnya, kadar garam (salinitas) yang baik untuk kultur*Skeletonema costatum* adalah 28 – 35 ppt

5. Tebar bibit *Skeletonema costatum* dengan padat penebaran (N_2) sekitar 70.000 sel per cc. Volume *Skeletonema costatum* yang dibutuhkan untuk penebaran (V_1) dapat dihitung dengan rumus :

$$V_1 = \frac{N_2 \times V_2}{N_1} \text{ (dalam cc atau liter)}$$

dimana :

V_1 : Volume *Skeletonema costatum* yang diperlukan untuk penebaran

V_2 : Volume kultur *Skeletonema costatum* yang dibuat dalam gelas erlemeyer

N_1 : Jumlah *Skeletonema costatum* per cc yang akan ditebar

N_2 : Jumlah *Skeletonema costatum* per cc yang dikehendaki dalam penebaran (dalam hal ini misalnya ditentukan yaitu 70.000 sel per cc)

Makin tinggi jumlah N_2 makin cepat kultur ini mencapai kepadatan maksimal , oleh karena itu dalam menentukan besarnya N_2 harus perlu dipertimbangkan pemanfaatannya. Dengan kepadatan awal 70.000 sel diharapkan dalam waktu 3 – 4 hari sudah mencapai puncaknya dan siap dipanen.

6. Aerasi dipasangkan ke dalam wadah budidaya yang bertujuan untuk meningkatkan kandungan Oksigen yang diperlukan dalam proses metabolisme dan mencegah pengendapan plankton.
7. Botol kultur diletakkan dibawah cahaya lampu neon (TL) sebagai sumber energi untuk fotosintesa.
8. Dalam waktu 3 – 4 hari perkembangan diatom mencapai puncaknya yaitu 6 – 7 juta sel per cc dan siap untuk dipanen dan dapat digunakan sebagai bibit pada budidaya skala semi massal

Budidaya *Skeletonema costatum* secara massal adalah:

1. Wadah dicuci dan dibebashamakan dengan menggunakan larutan Klorin dan dikeringkan dengan pemaparan dibawah sinar matahari, biasanya penjemuran dilakukan dua hari.
2. Menyiapkan medium untuk budidaya *Skeletonema costatum* dengan cara memasukkan air laut disaring dengan filter bag kemudian disterilkan dengan Klorin 10 ppm dan diaerasi kuat selama 24 jam. Air media sebanyak 1.000 liter dimasukkan kedalam bak pemeliharaan.
3. Unsur hara sebagai nutrient yang dibutuhkan untuk tumbuh dan berkembangnya phytoplankton di dalam wadah budidaya *Skeletonema costatum* secara massal menggunakan pupuk teknis. Pupuk teknis tersebut dapat terdiri dari : Urea 60 gram, TSP 15 gram, 2 gram $FeCL_3$, 40 gram NaNo3, 2 gram EDTA dan5 gram $Na_2Si_2O_3$, dimasukkan kedalam air media kemudian diaduk dan diaerasi. Atau dapat juga menggunakan pupuk media TMRL dengan formula 100 gram KNO_3, 10 gram Na_2HPO_4, 3 gram $FeCL_3$ dan 2 gram $Na_2Si_2O_3$. Formulasi pupuk ini dapat dimanipulasi sesuai dengan kebutuhan dan pengalaman pembudidaya.*Skeletonema costatum* merupakan diatom yang dalam proses tumbuh kembangnya membutuhkan silikat dimana selain unsur P dan N unsur Si merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhannya.
4. Masukkan inokulan *Skeletonema costatum* sebanyak 1/5 atau 1/10 jumlah volume kultur massal , bibit diperoleh dari hasil kultur semi massal. *Skeletonema costatum* dapat dipanen setelah 4-5 hari pemeliharaan karena biasanya terjadi pertumbuhan optimal pada hari ke-5 setelah penebaran bibit.
5. Untuk kultur *Skeletonema costatum* tahap selanjutnya dilakukan dengan memindahkan inokulan sebanyak 10 liter yang disaring dengan filter bag kedalam bak budidaya yang sudah disterilkan.
6. Kultur selanjutnya dilakukan dengan tahapan seperti tersebut diatas dan dilakukan secara berkesinambungan dengan tetap menjaga tingkat kemurnian *Skeletonema costatum*.

PemanenanSkeletonema costatum

Pemanenan *Skeletonema costatum* dilakukan pada hari ke-4 sampai ke-5 yaitu ketika terjadi puncak populasi dari pertumbuhan *Skeletonema costatum*. Pemanenan dilakukan dengan cara memindahkan ke dalam media yang baru. Berdasarkan pola pertumbuhan phytoplankton, maka pemanenan phytoplankton harus dilakukan pada saat yang tepat yaitu pada saat phytoplankton tersebut mencapai puncak populasi. Apabila pemanenan phytoplankton terlalu cepat atau belum mencapai puncak populasi, sisa zat hara masih cukup besar sehingga dapat membahayakan organisma pemangsa karena pemberian phytoplankton pada bak larva kebanyakan dengan cara memindahkan massa air kultur phytoplankton. Sedangkan apabila pemanenan terlambat maka sudah banyak terjadi kematian phytoplankton sehingga kualitasnya turun. Khusus untuk phytoplankton jenis *Skeletonema costatum* pemanenan dilakukan pada saat 4 hari pemeliharaan karena phytoplankton tersebut mencapai puncak populasi pada saat hari ke-4 setelah pembibitan maka sebaiknya segera dipanen.

Budidaya Spirulinaplatensis

Spirulina platensis adalah mikroalga dari kelas Cyanophyceae atau alga hijau biru yang terdapat dalam jumlah yang berlimpah di laut. Alga ini mengandung pigmen kebiru-biruan karena mengandung pigmen phycocyanin dan kadang-kadang juga mengandung pigmen kemerah-merahan seperti phycocerythrin yang terdapat pada alga merah. Oleh karena itu alga kelompok ini berwarna hijau biru. Alga jenis ini yaitu *Spirulina* telah lama dikonsumsi oleh manusia sebagai sumber protein dan banyak mengandung berbagai macam vitamin. *Spirulina* merupakan alga yang terlihat sepert benang filamen bersel banyak dengan ukuran 200-300

mikron meter dan lebar 5-10 mikron meter. Setiap filamennya terbentuk 7 spiral yang dapat mencapai ukuran 1000 mikron meter dan berisi 250-400 sel.

Budidaya *Spirulina platensis*sama seperti budidaya phytoplankton lainnya yang telah dijelaskan sebelumnya. Untuk melakukan budidaya *Spirulina platensis* diawali dengan melakukan kultur murni, dimana pada budidaya kultur murni harus dilakukan dengan media agar selanjutnya kultur cair pada erlenmeyer dan selanjutnya hasil dari kultur murni akan dipergunakan untuk membudidayakan kultur semi massal atau intermediet di dalam wadah toples, bak fiber atau bak beton. Bibit yang berasal dari kultur semi massal ini akan dipergunakan untuk budidaya massal. Untuk melakukan budidaya *Spirulina platensis* secara massal dapat dilakukan dengan menggunakan wadah kolam.

Setelah menyiapkan wadah dan media untuk budidaya *Spirulina platensis* langkah selanjutnya adalah memberi pupuk. Pemupukanharus dilakukan karena untuk tumbuh dan berkembang phytoplankton membutuhkan unsur hara dari sumber nitrogen, sumber nitrogen bisa diperoleh dari nitrat atau urea. Berdasarkan hasil penelitian kotoran hewan yang telah dikeringkan dan mengalami pencernaan sebagian merupakan sumber nitrogen dan media pertumbuhan dalam mencari teknologi produksi budidaya massal yang murah.

Pada budidaya *Spirulina platensis* secara murni biasa menggunakan pupuk Wayne seperti tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi pupuk untuk kultur murni *Spirulina platensis*

No.	Bahan kimia	Pupuk Conwy/Wayne

1.	EDTA	45 gram
2.	$NaH_2PO_4.2H_2O$	20 gram
3.	$FeCl_3.6H_2O$	1,3 gram
4.	H_3BO_3	33,6 gram
5.	$MnCl_2.4H_2O$	0,36 gram
6.	$NaNO_3$	100 gram
7.	Trace Metal Solution	1 ml
8.	Vitamin	1 ml
9.	Aquades sampai	1000 ml

Sedangkan untuk membudidayakan *Spirulina platensis*secara massal menggunakan pupuk teknis. Jenis pupuk teknis yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3. Jumlah pupuk yang tertera pada Tabel 2 tersebut dipergunakan untuk pemupukan kultur massal di kolam dengan volume air laut 100 m^3.

Tabel 3. Komposisi Pupuk teknis untuk budidaya massal *Spirulina platensis*

No.	Jenis pupuk	Jumlah
1.	$(NH_2)_2CO$	30 kg
2.	$NH_4H_3PO_4$	5 kg
3.	K_2SO_4,	4 kg
4.	$MgSO_4$. $7H_2O$	2 kg
5.	$CaCO_3$	0,02 kg
6.	$FeSO_4$	0,02 kg

Medium pemeliharaan dipergunakan air laut, diambil dari Laut Jawa berjarak 300 meter dari pantai dengan menggunakan pompa air. Air laut

selanjutnya di tampung dalam kolam tandon (*settling tank*). Air laut selanjutnya dilakukan filterisasi yang terdiri atas *stainer filter* (50 µm), Aqualine filter (1 µm), dan lampu ultra violet. Output dengan sistem filter ini, air akan terbebas dari kontaminan microalgae lain dan bakteri. Kolam pemeliharaan dirancang dengan sistem race way dan digerakkan dengan *paddle wheel* (1 PK) sehingga air selalu berputar selama 24 jam. Bagian atas kolam diberikan penutup (paranet hitam) agar terhindar dari kotoran ringan seperti serangga maupun potongan daun masuk kedalam kolam pemeliharaan.

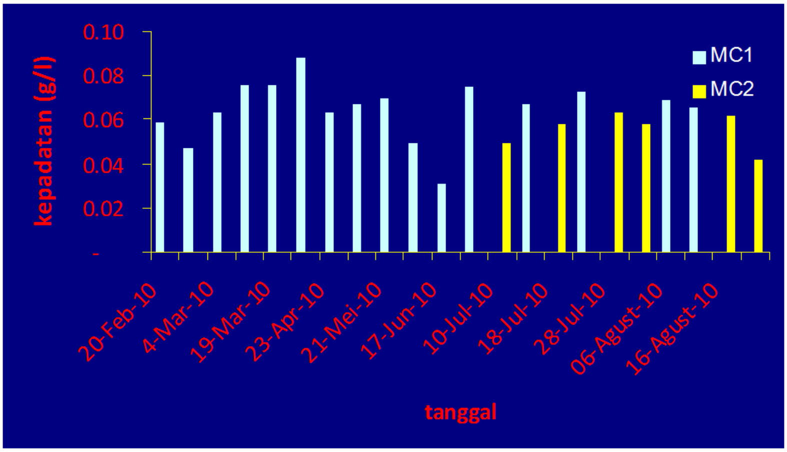
Bibit *Spirulina platensis* yang dipergunakan sebagai inokulan, dibudidayakan di tempat terpisah. Inokulan bibit dengan volume 20 m^3 kemudian disaring dan selanjutnya di inokulasikan untuk setiap kolam ukuran 100 m^3 air. Pupuk yang diberikan adalah pupuk komersial yang terdiri atas 30 kg $(NH_2)_2CO$, 5 kg $NH_4H_3PO_4$, 4 kg K_2SO_4, 2 M_gSO_4. $7H_2O$ kg, 0,02 kg $CaCO_3$, 0,02 kg $FeSO_4$.(Fairus, *et al*, 2010).

Pemanenan dilakukan pada usia 7 hari pemeliharaan. Pemanenan dilakukan dengan cara menyaring dengan kain nylon. Hasil pemanenan kemudian dilakukan desalinasi hingga bersih dan bebas dari partikel garam dan selanjutkan dikeringkan menggunakan *warm air flow dryer system* hingga mencapai kadar air < 6%.

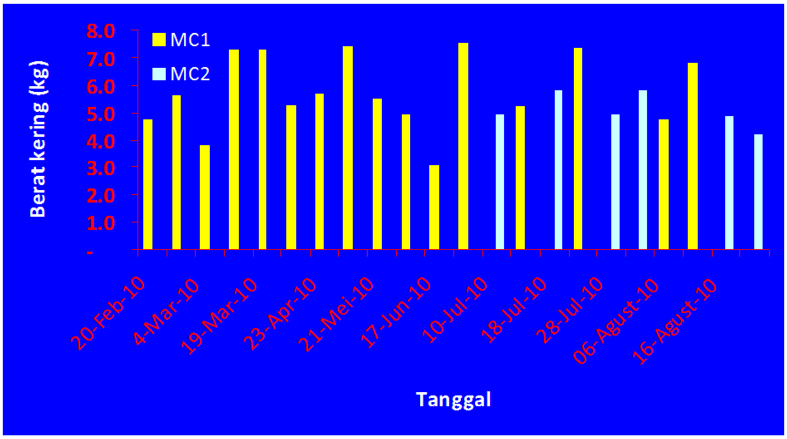
Spirulina platensis termasuk ke dalam mikroalga kelompok Cyanophyceae dimana dalam proses budidayanya membutuhkan cahaya yang tidak terlalu kuat untuk tumbuh dan berkembang, berkisar antara 1.500 – 10.000 lux. Oleh karena itu pada saat melakukan budidaya secara massal pada wadah budidaya diberikan paranet. Budidaya *Spirulina* ini digunakan paranet untuk mengurangi cahaya yang berlebihan. Ekspose cahaya

berlebihan mengakibatkan pertumbuhan *Spirulina* jadi lambat dan warna lebih pudar serta cenderung kekuningan.

Berdasarkan hasil penelitian Fairus *et. all.* (2010) yang telah meneliti tentang budidaya *Spirulina platensis* di perairan laut Jepara terjadi fluktuasi pertumbuhan yang dilihat dari tingkat kepadatan kultur massal *Spirulina platensis*. Hasil kepadatan pemeliharaan *Spirulina* selama tujuh bulan pemeliharaan disajikan pada Gambar 5 dan 6 .



Gambar 5. Kepadatan *Spirulina* selama tujuh bulan pemeliharaan



Gambar 6. Produksi *Spirulina* (kg/kolam) selama tujuh bulan pemeliharaan

Lama dan intensitas cahaya sangat mempengaruhi perkembangan *Spirulina*, cuaca di perairan Jepara dalam tahun ini tidak terdapat perbedaan antara musim kemarau dan penghujan, musim kemarau masih sering terjadi hujan. Produksi *Spirulina* saat bulan basah (Februari – Maret) bisa mencapai lebih 7 kg/kolam dan hanya sekali terjadi produksi rendah. Antara bulan Mei hingga Agustus juga masih terjadi turun hujan, namun pola produksi masih tetap sama. Hal ini menandakan bahwa sepanjang tahun budidaya *Spirulina* masih bisa dilakukan, sementara negara-negara penghasil *Spirulina* hanya bisa dilakukan saat musim panas saja.

Salinitas air pemeliharaan *Spirulina platensis* berkisar antara 25 – 33 g/l. *Spirulina platensis* tetap tumbuh dan berkembang pada salinitas tinggi. Salinitas diatas 35 g/l mulai terjadi deformities dimana sinusiod semakin melebar. Pemeliharaan marine spirulina umumnya dilakukan pada salinitas 15 g/l .

Berdasarkan hasil penelitian Fairus *et all.* (2010) yang telah melakukan analisa proksimat pada *Spirulina platensis* yang dikulturnya. Analisis nutrisi *Spirulina platensis*, pada bulan basah (Februari – April) dan musim kemarau basah (Mei – Agustus) tidak terjadi perubahan nilai nutrisi yang mencolok. Nilai nutrisi Spirulina dipengaruhi oleh nutrient intake (Tabel 4). Selain itu *Spirulina platensis* yang di budidayakan di kolam dapat dilakukan sepanjang tahun baik musim penghujan maupun kemarau dan tahan pada salinitas hingga 32 g/l. Budidaya *Spirulina platensis* skala komersial di Jepara telah mampu memproduksi dengan kepadatan 0.062 g/L selama 7 hari pemeliharaan.

Tabel 4. Nilai nutrisi *Spirulina* hasil pemeliharaan antara bulan basah dan kemarau basah

Parameter	satuan	Bulan	
		Februari – April	Mei - Agustus
Air	%	6.8	6.5
abu	%	6.2	6.0
protein	%	69.2	70.0
lemak	%	5.8	6.0
karbohidrat	%	12.0	11.5

Produktivitas pemeliharaan *Spirulina platensis* dipengaruhi oleh nutrien terlarut. Kelarutan pospat sangat menentukan pertumbuhan dan mutu chloropil. Kadar pospat rendah menyebabkan *Spirulina* akan berwarna

kekuningan karena sel Chloropil terputus-putus dan dapat menyebabkan kematian *Spirulina*.

Budidaya Zooplankton

Budidaya Rotifera (*Brachionus* sp)

Rotifera berdasarkan habitatnya ada dua yaitu Rotifera air tawar dan Rotifera air laut. Jenis Rotifera air tawar yang sudah dapat dibudidayakan secara massal adalah *Brachionus calyciflorus* dan jenis Rotifera air laut adalah *Brachionus plicatilis*. Dalam proses budidaya Rotifera air laut pada umumnya dikultur bersamaan dengan kultur phytoplankton sebagai makanannya, sedangkan Rotifera air tawar dapat dikultur tanpa menumbuhkan phytoplankton secara khusus tetapi dengan proses pemupukan maka phytoplankton air tawar akan tumbuh dengan sendirinya. Oleh karena itu untuk membudidayakan kultur massal Rotifera ini dilakukan di tempat yang terbuka agar proses fotosintesis di dalam wadah budidaya Rotifera bisa berlangsung dan phytoplankton akan tumbuh yang akan dipergunakan sebagai makanan Rotifera.

Dalam buku teks ini akan dibahas tentang membudidayakan Rotifera air tawar yang tidak membutuhkan air laut. Sedangkan Rotifera air laut yaitu *Brachionus plicatilis*membutuhkan air laut untuk budidayanya. Untuk mencapai hasil yang maksimal pada budidaya Rotifera baik Rotifera air tawar maupun Rotifera air laut membutuhkan pakan alami yaitu phytoplankton. Berdasarkan rantai makanan di perairan zooplankton sebagai konsumen yang memakan phytoplankton.

Peralatan dan wadah yang dapat digunakan dalam mengkultur pakan alami Rotifera ada beberapa macam. Jenis-jenis wadah yang dapat digunakan antara lain adalah bak semen, tanki plastik, bak beton, bakfiber dan kolam tanah. Sedangkan peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan budidaya Rotifera antara lain adalah aerator/blower, selang aerasi, batu aerasi, selang air, timbangan, kantong plastik, tali rafia, saringan halus/seser, ember,gayung, gelas ukur kaca.

Pemilihan wadah yang akan digunakan dalam membudidayakan Rotifera sangat bergantung kepada tujuannya. Wadah yang terbuat dari bak semen, bak beton, bak fiber dan tanki plastik biasanya digunakan untuk membudidayakan Rotifera secara selektif yaitu membudidayakan pakan alami ditempat terpisah dari ikan yang akan mengkonsumsi pakan alami. Sedangkan wadah budidaya kolam tanah biasanya dilakukan untuk membudidayakan pakan alami nonselektif yaitu membudidayakan pakan alami secara bersama-sama dengan ikan yang akan mengkomsumsi pakan alami tersebut.

Rotifera yang dipelihara didalam wadah pemeliharaan akan tumbuh dan berkembang oleh karena itu harus dipantau kepadatan populasi Rotifera didalam wadah. Alat yang digunakan adalah gelas ukur kaca yang berfungsi untuk melihat kepadatan populasi Rotifera yang dibudidayakan didalam wadah pemeliharaan. Selain itu diperlukan juga seser atau saringan halus pada saat akan melakukan pemanenan Rotifera. Rotifera yang telah dipanen tersebut dimasukkan kedalam ember plastik untuk memudahkan dalam pengangkutan dan digunakan juga gayung plastik untuk mengambil media air budidaya Rotifera yang telah diukur kepadatannya.

Setelah berbagai macam peralatan dan wadah yang digunakan dalam membudidayakan pakan alami Rotifera diidentifikasi dan dijelaskan fungsi

dan cara kerjanya , langkah selanjutnya adalah melakukan persiapan terhadap wadah tersebut. Langkah pertama adalah peralatan dan wadah yang akan digunakan ditentukan sesuai dengan skala produksi dan kebutuhan. Peralatan dan wadah disiapkan untuk digunakan dalam budidaya Rotifera. Wadah yang akan digunakan dibersihkan dengan menggunakan sikat dan diberikan desinfektan untuk menghindari terjadinya kontaminasi dengan mikroorganisme yang lain. Wadah yang telah dibersihkan selanjutnya dapat diari dengan air bersih.

Wadah budidaya yang telah diairi dapat digunakan untuk memelihara Rotifera. Air yang dimasukkan ke dalam wadah budidaya harus bebas dari kontaminan seperti pestisida, deterjen dan Chlor. Air yang digunakan sebaiknya diberi oksigen dengan menggunakan aerator dan batu aerasi yang disambungkan dengan selang aerasi. Aerasi ini dapat digunakan pula untuk menetralkan Chlor atau menghilangkan Carbondioksida didalam air. Kedalaman air didalam wadah budidaya yang optimum adalah 50 cm dan maksimum adalah 90 cm.

Langkah kerja dalam menyiapkan peralatan dan wadah kultur pakan alami Rotifera adalah sebagai berikut :

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan tersebut!
2. Tentukan wadah yang akan digunakan untuk membudidayakan Rotifera !
1. Bersihkan wadah dengan menggunakan sikat dan disiram dengan air bersih, kemudian lakukan pensucihamaan wadah dengan menggunakan desinfektan sesuai dengan dosisnya.
4. Bilaslah wadah yang telah dibersihkan dengan menggunakan air bersih.
5. Pasanglah peralatan aerasi dengan merangkaikan antara aerator, selang aerasi dan batu aerasi, masukkan ke dalam wadah budidaya. Ceklah

keberfungsian peralatan tersebut dengan memasukkan ke dalam arus listrik.

6. Masukkan air bersih yang tidak terkontaminasi ke dalam wadah budidaya dengan menggunakan selang plastik dengan ke dalaman air yang telah ditentukan, misalnya 50 cm.

Media seperti apakah yang dapat digunakan untuk tumbuh dan berkembang pakan alami Rotifera. Rotifera merupakan hewan air yang hidup diperairan tawar subtropik dan tropik baik di daerah danau, sungai dan kolam-kolam. Berdasarkan habitat alaminya pakan alami Rotifera ini dapat hidup pada perairan yang mengandung unsur hara. Unsur hara ini dialam diperoleh dari hasil dekomposisi nutrien yang ada didasar perairan. Untuk melakukan budidaya pakan alami diperlukan unsur hara tersebut didalam media budidaya. Unsur hara yang dimasukkan ke dalam media tersebut pada umumnya adalah pupuk.

Jenis pupuk yang dapat digunakan sebagai sumber unsur hara pada media kultur pakan alami Rotifera adalah pupuk organik dan anorganik. Pemilihan antara kedua jenis pupuk tersebut sangat bergantung kepada ketersediaan pupuk tersebut dilokasi budidaya, dan kedua jenis pupuk tersebut dapat digunakan sebagai sumber unsur hara.

Jenis pupuk organik yang biasa digunakan adalah pupuk kandang, pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari campuran antara kotoran hewan dengan sisa makanan dan alas tidur hewan tersebut. Campuran ini telah mengalami pembusukan sehingga sudah tidak berbentuk seperti semula. Pupuk kandang yang akan dipergunakan sebagai pupuk dalam media kultur pakan alami adalah pupuk kandang yang telah kering. Mengapa pupuk kandang yang digunakan harus yang kering ? Pupuk kandang yang telah kering sudah mengalami proses pembusukan secara sempurna

sehingga secara fisik seperti warna, rupa, tekstur, bau dan kadar airnya tidak seperti bahan aslinya.

Pupuk kandang ini jenisnya ada beberapa macam antara lain adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan sapi, kerbau, kelinci, ayam, burung dan kuda. Dari berbagai jenis kotoran hewan tersebut yang biasadigunakan adalah kotoran ayam dan burung puyuh. Kotoran ayam dan burung puyuh yang telah kering ini digunakan dengan dosis sesuai kebutuhan.

Jenis pupuk anorganik juga bisa digunakan sebagai sumber unsur hara pada media kultur Rotifera jika pupuk kandang tidak terdapat dilokasi tersebut. Jenis pupuk anorganik yang biasa digunakan adalah pupuk yang mengandung unsur Nitrogen, Phosphat dan Kalium. Pupuk anorganik yang banyak mengandung unsur nitrogen dan banyak dijual dipasaran adalah urea, Zwavelzure Ammoniak (ZA), sedangkan unsur Phosphat adalah Triple Superphosphat (TSP). Untuk lebih mudahnya saat ini juga sudah dijual pupuk majemuk yang mengandung unsur Nitrogen, Phosphate dan Kalium (NPK).

Pupuk yang dimasukkan ke dalam media kultur pakan alami yang berfungsi untuk menumbuhkan bakteri, fungi, detritus dan beragam phytoplankton sebagai makanan utama Rotifera. Dengan tumbuhnya pakan Rotifera di dalam media kultur maka pakan alami yang akan dipelihara di dalam wadah budidaya tersebut akan tumbuh dan berkembang.

Berapakah dosis pupuk yang harus ditebarkan ke dalam media kultur pakan alami Rotifera ? Berdasarkan pengalaman beberapa pembudidaya dosis yang digunakan untuk pupuk kandang dari kotoran ayam sebanyak 500 gram/m^3, sedangkan yang berasal dari kotoran burung puyuh adalah

1000 gram/m^3, atau 1,0 gram/liter. Tetapi dosis pupuk kandang yang berasal dari kotoran burung puyuh berdasarkan hasil penelitian dan memberikan pertumbuhan populasi Rotifera pada hari ketujuh sebanyak 80 individu/liter.

Dosis yang digunakan untuk pupuk anorganik harus dihitung berdasarkan kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan. Beberapa pembudidaya ada yang menggunakan pupuk nitrat dan phosphat sebagai unsur hara yang dimasukkan ke dalam media kultur pakan alami. Dosis yang digunakan dihitung berdasarkan kandungan unsur hara yang terdapat dalam pupuk an organik, misalnya pupuk yang akan digunakan adalah urea dan ZA. Kadar unsur N dalam Urea adalah 46%, artinya dalam setiap 100 kg urea mengandung unsur N sebanyak 46 kg. Untuk ZA kadar N nya 21% , artinya kadar N dalam pupuk ZA adalah 21 kg. Sedangkan pupuk kandang yang baik mengandung unsur N sebanyak 1,5– 2%. Oleh karena dalam menghitung jumlah pupuk anorganik yang dibutuhkan dalam media kultur pakan alami dilakukan perhitungan matematis. Misalnya kebutuhan urea adalah $V_1N_1 = V_2N_2$, 2X1,5=VX46, maka kebutuhan Urea adalah 3 : 46 = 0,065 kg.

Pupuk yang telah ditentukan akan digunakan sebagai sumber unsur hara dalam media kultur pakan alami selanjutnya dihitung dan ditimbang sesuai dengan dosis yang dibutuhkan. Penimbangan dilakukan setelah wadah budidaya disiapkan. Kemudian pupuk tersebut dimasukkan ke dalam kantong plastik atau karung plastik diikat dan dilubangi dengan menggunakan paku atau gunting agar pupuk tersebut dapat mudah larut didalam media kultur pakan alami Rotifera. Pupuk tersebut akan berproses didalam media dan akan tumbuh mikroorganisme sebagai makanan utama dari Rotifera. Waktu yang dibutuhkan oleh proses dekomposisi pupuk didalam media kultur pakan alami Rotifera ini berkisar antara 7 – 14 hari.

Setelah itu baru bisa dilakukan penebaran bibit Rotiferake dalam media kultur.

Selama dalam pemeliharaan harus terus dilakukan pemupukan susulan seminggu sekali dengan dosis setengah dari pemupukan awal. Pakan alami Rotifera mempunyai siklus hidup yang relatif singkat yaitu 4 – 12 hari. Oleh karena itu agar pembudidayaannya bisa berlangsung terus harus selalu diberikan pemupukan susulan. Dalam memberikan pemupukan susulan ini caranya hampir sama dengan pemupukan awal dan ada juga yang memberikan pemupukan susulannya dalam bentuk larutan pupuk yang dicairkan.

Parameter kualitas air didalam media kultur pakan alami Rotifera juga harus dilakukan pengukuran. Rotifera akan tumbuh dan berkembang pada media kultur yang mempunyai kandungan Oksigen terlarut sebanyak > 5 ppm, kandungan amonia < 1 ppm, suhu air berkisar antara 28 – 30 ^{o}C dan pH air antara 6 – 8. Langkah kerja yang harus dilakukan pada pembuatan media budidaya Rotifera sama dengan budidaya *Daphnia*.

Ada beberapa langkah yang harus dilakukan sebelum melakukan inokulasi bibit pakan alami ke dalam media kultur yaitu pertama melakukan identifikasi jenis bibit pakan alami Rotifera, kedua melakukan seleksi terhadap bibit pakan alami Rotifera, ketiga melakukan inokulasi bibit pakan alami sesuai dengan prosedur .

Identifikasi jenis-jenis pakan alami sudah dipelajari pada pembelajaran sebelumnya oleh karena itu pada pembelajaran kali ini siswa SMK dianggap sudah memahami morfologi, siklus hidup dan perkembangbiakan Rotifera. Langkah selanjutnya setelah dapat mengidentifikasi jenis Rotifera yang akan ditebar ke dalam media kultur adalah melakukan pemilihan

terhadap bibit Rotifera. Pemilihan bibit Rotifera yang akan ditebar ke dalam media kultur harus dilakukan dengan tepat. Bibit yang akan ditebar ke dalam media kultur harus yang sudah dewasa. Rotifera dewasa berukuran 2,5 mm, anak pertama sebesar 0,8 mm dihasilkan secara parthenogenesis.

Setelah dapat membedakan antara individu Rotifera yang telur, anak, remaja dan dewasa maka selanjutnya adalah memilih individu yang dewasa sebagai calon bibit yang akan ditebarkan ke dalam media kultur. Jumlah bibit yang akan ditebarkan ke dalam media kultur sangat bergantung kepada volume media kultur. Padat penebaran bibit yang akan diinokulasi ke dalam media kultur biasanya adalah 20 – 25 individu perliter.

Cara yang dilakukan dalam melakukan inokulasi adalah dengan menebarkannya secara hati-hati ke dalam media kultur sesuai dengan padat tebar yang telah ditentukan. Penebaran bibit Rotifera ini sebaiknya dilakukan pada saat suhu perairan tidak terlalu tinggi yaitu pada pagi dan sore hari.

Langkah kerja dalam menebar bibit pakan alami Rotifera adalah sebagai berikut :

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan sebelum melakukan inokulasi/penanaman bibit pakan alami Rotifera!
2. Siapkan mikroskop dan peralatannya untuk mengidentifikasi jenis Rotifera yang akan dibudidayakan!
3. Ambillah seekor Rotifera dengan menggunakan pipet dan letakkan diatas objek glass, dan teteskan formalin agar individu tersebut tidak bergerak !

4. Letakkan objek glass dibawah mikroskop dan amati morfologi Rotifera serta cocokkan dengan gambar .
5. Lakukan pengamatan terhadap individu Rotifera beberapa kali ulangan agar dapat membedakan tahapan stadia pada Rotifera yang sedang diamati dibawah mikroskop !
6. Hitunglah panjang tubuh individu Rotifera dewasa beberapa ulangan dan perhatikan ukuran tersebut dengan kasat mata!
7. Lakukanlah pemilihan bibit yang akan ditebarkan ke dalam media kultur dan letakkan dalam wadah yang terpisah!
8. Tentukan padat penebaran yang akan digunakan dalam budidaya pakan alami Rotifera tersebut sebelum dilakukan penebaran.
9. Hitunglah jumlah bibit yang akan ditebar tersebut sesuai dengan point 8.
10. Lakukan penebaran bibit pakan alami Rotifera pada pagi atau sore hari dengan cara menebarkannya secara perlahan-lahan ke dalam media kultur.

Pemupukan susulan pada budidaya Rotifera dilakukan sama dengan budidaya *Daphnia*. Frekuensi pemupukan susulan ditentukan dengan melihat sample air didalam media kultur , parameter yang mudah dilihat adalah jika transparansi kurang dari 0,3 m didalam media kultur. Hal ini dapat dilihat dari warna air media yang berwarna keruh atau warna teh bening. Jika hal tersebut terjadi segera dilakukan pemupukan susulan. Jenis pupuk yang digunakan sama dengan pemupukan awal.

Mengapa pertumbuhan populasi pakan alami Rotifera harus dipantau ? Kapan waktu yang tepat dilakukan pemantauan populasi pakan alami Rotifera yang dibudidayakan didalam media kultur ? Bagaimana kita menghitung kepadatan populasi pakan alami Rotifera di dalam media kultur ? Mari kita jawab pertanyaan-pertanyaan tersebut dengan

mempelajari beberapa referensi tentang hal tersebut atau dari majalah dan internet yang dapat menjawabnya. Didalam buku ini akan diuraikan secara singkat tentang pertumbuhan Rotifera, menghitung kepadatan populasi dan waktu pemantauannya.

Rotifera yang dipelihara dalam media kultur yang tepat akan mengalami pertumbuhan yang cepat. Secara biologis Rotifera akan tumbuh dewasa pada umur satu hari (24 jam setelah menetas), jika pada saat inokulasi yang ditebarkan adalah bibit Rotifera yang dewasa maka dalam waktu dua hari bibit Rotifera tersebut sudah mulai beranak, karena periode maturasi Rotifera pada media yang mempunyai suhu 25 ^{o}C adalah satu hari. Jumlah telur yang dikeluarkan dari satu induk bibit Rotifera adalah sebanyak 2-3 butir. Tetapi jika dilakukan budidaya di laboratorium jumlah telur yang dihasilkan dari induk betina amiktik adalah 3-6 butir. Daur hidup Rotifera adalah 6 – 12 hari dan Rotifera menjadi dewasa hanya dalam waktu satu hari, sehingga bisa diperhitungkan prediksi populasi Rotifera didalam media kultur.

Berdasarkan siklus hidup Rotifera maka kita dapat menentukan waktu yang tepat untuk dilakukan pemanenan sesuai dengan kebutuhan larva atau benih ikan yang akan mengkonsumsi pakan alami Rotifera. Ukuran Rotifera yang dewasa dan anak-anak berbeda oleh karena itu perbedaan ukuran tersebut sangat bermanfaat bagi ikan yang akan mengkonsumsi dan disesuaikan dengan ukuran bukaan mulut larva.

Pemantauan pertumbuhan pakan alami Rotifera di media kultur harus dilakukan agar tidak terjadi kepadatan populasi yang mengakibatkan tingkat kematian yang tinggi didalam media. Hal tersebut diakibatkan oleh kurangnya oksigen didalam media kultur. Untuk mengukur tingkat kepadatan populasi Rotifera didalam media kultur dilakukan dengan cara

sampling beberapa titik dari media, minimal tiga kali sampling. Sampling dilakukan dengan cara mengambil air media kultur yang berisi Rotifera dengan menggunakan baker glass atau erlenmeyer. Hitunglah jumlah Rotifera yang terdapat dalam botol contoh tersebut, data tersebut dapat dikonversikan dengan volume media kultur.

Langkah Kerja dalam memantau pertumbuhan populasi pakan alami Rotifera adalah sebagai berikut :

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan sebelum melakukan pemantauan pertumbuhan populasi pakan alami Rotifera.
2. Tentukan waktu pemantauan kepadatan populasi sesuai dengan prediksi tingkat pertumbuhan Rotifera di media kultur.
3. Ambillah sampel air dimedia kultur dengan menggunakan baker glass/erlemeyer, amati dengan seksama dan teliti !
4. Hitunglah jumlah Rotifera yang terdapat dalam baker glass tersebut !
5. Lakukanlah kegiatan tersebut minimal tiga kali ulangan dan catat apakah terjadi perbedaan nilai pengukuran dari ketiga lokasi yang berbeda.
6. Hitunglah rata-rata nilai populasi dari ketiga sampel yang berbeda lokasi. Nilai rata-rata ini akan dipergunakan untuk menghitung kepadatan populasi pakan alami Rotifera di media kultur.
7. Catat volume air sampel dan jumlah Rotifera dari data point 6, lakukan konversi nilai perhitungan tersebut untuk menduga kepadatan populasi pakan alami Rotifera didalam media kultur.

Pemanenan pakan alami Rotifera ini dapat dilakukan setiap hari atau seminggu sekali atau dua minggu sekali. Hal tersebut bergantung kepada kebutuhan suatu usaha terhadap ketersediaan pakan alami Rotifera.

Pemanenan pakan alami Rotifera yang dilakukan setiap hari biasanya jumlah yang dipanen adalah kurang dari 20% . Pemanenan Rotifera dapat juga dilakukan seminggu sekali atau dua minggu sekali sangat bergantung kepada kelimpahan populasi Rotifera di dalam media kultur.

Untuk menghitung kepadatan Rotifera pada saat akan dilakukan pemanenan, dapat dilakukan tanpa menggunakan alat pembesar atau mikroskop. Rotifera diambil dari dalam wadah, yang telah diaerasi agak besar sehingga Rotifera merata berada di seluruh kolom air, dengan memakai gelas piala volume 100 ml. Rotifera dan air di dalam gelas piala selanjutnya dituangkan secara perlahan-lahan sambil dihitung jumlah Rotifera yang keluar bersama air.Apabila jumlah Rotifera yang ada sangat banyak, maka dari gelas piala 100 ml dapat diencerkan, caranya adalah dengan menuangkan ke dalam gelas piala 1000 ml dan ditambah air hingga volumenya 1000 ml.Dari gelas 1000 ml, lalu diambil sebanyak 100 ml. Rotifera yang ada dihitung seperti cara diatas, lalu kepadatan di dalam wadah budidaya dapat diketahui dengan cara mengalikan 10 kali jumlah didalam gelas 100 ml. Sebagai contoh, apabila di dalam gelas piala 100 ml terdapat 200 ekor Rotifera, maka kepadatan Rotifera diwadah budidaya adalah 10 X 200 ekor = 2000 individu per 100ml**.**

Pemanenan Rotifera dapat dilakukan berdasarkan siklus reproduksinya, dimana Rotifera akan menjadi dewasa pada umur satu hari dan dapat bertelur setiap hari, maka dapat dipredeksi kepadatan populasi Rotifera didalam media kultur jika padat tebar awal dilakukan pencatatan. Rotifera dapat berkembangbiak tanpa kawin dan usianya relative singkat yaitu 6 – 12 hari.

Pemanenan dapat dilakukan pada hari ke empat – sembilan jika populasinya sudah mencukupi, pemanenan tersebut dilakukan dengan cara menggunakan seser halus. Waktu pemanenan dilakukan pada pagi hari disaat matahari terbit, pada waktu tersebut Rotifera akan banyak mengumpul dibagian permukaan media untuk mencari sinar. Dengan tingkahlakunya tersebut akan sangat mudah bagi para pembudidaya untuk melakukan pemanenan. Rotifera yang barudipanen tersebut dapat digunakan langsung untuk konsumsi larva atau benih ikan.

Rotifera yang sudah dipanen tersebut dapat tidak secara langsung diberikan pada larva dan benih ikan hias yang dibudidayakan tetapi dilakukan penyimpanan. Cara penyimpanan Rotifera yang dipanen berlebih dapat dilakukan pengolahan Rotifera segar menjadi beku . Proses tersebut dilakukan dengan menyaring Rotifera dengan air dan Rotiferanya saja yang dimasukkan dalam wadah plastic dan disimpan didalam lemari pembeku (Freezer).

Langkah kerja dalam melakukan pemanenan Rotifera dilakukan sama dengan pemanenan pada Daphnia, yang membedakan adalah waktu pemanenan dan jumlah Rotifera yang akan dipanen setiap hari.



Gambar 7. *Brachionus* sp



Gambar 8. Wadah Budidaya Rotifera secara massal

Budidaya *Daphnia* sp

Daphnia sp merupakan pakan alami yang berasal dari perairan tawar yang banyak dibudidayakan secara massal untuk benih ikan konsumsi dan ikan hias air tawar. Jenis pakan alami ini mempunyai keunggulan diantaranya adalah: mudah dicerna oleh benih ikan karena mengandung enzim pencernaan, kandungan asam amino essensial dan asam lemak essensial

Daphnia sp hampir mirip dengan *Artemia* sp, sehingga nilai nutrisinya tinggi dan pemberian pakan alami dalam proses budidaya tidak menyebabkan penurunan kualitas air. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi asam amino essensial *Daphnia* sp dan *Artemia salina* (g/100 g bobot kering)

Asam Amino	*Daphnia* sp	*Artemia salina*
Fenilalanin	2,36	3,20
Leucin	4,22	6,10
Isoleucin	2,59	2,60
Metionin	1,31	0,90
Valin	3,23	3,30
Threonin	2,05	1,70
Arginin	7,88	5,00
Histidin	0,91	1,30
Lisin	2,52	6,10
Triptopan	nd	1,00

Keterangan:
nd: tidak terdeteksi

Dalam pembenihan ikan konsumsi dan ikan hias yang intensif dibutuhkan jumlah pakan alami yang cukup banyak dan harus ada ketersedian pakan alami tersebut secara kontinu. Oleh karena itu pakan alami yang digunakan sebagai sumber makanan ikan tersebut harus ada setiap saat. Jenis pakan alami *Daphnia* ketersediaannya dapat dilakukan dengan cara membudidayakan *Daphnia* secara massal. Budidaya *Daphnia* secara massal dapat dilakukan dengan menggunakan wadah budidaya yaitu bak atau kolamtanah. Berdasarkan pengalaman untuk membudidayakan Daphnia

secara massal maka wadah yang sangat tepat adalah kolam yang mempunyai permukaan tanah dasarnya. Hal ini dikarenakan Daphnia sebagai zooplankton akan sangat membutuhkan pakan yang berasal dari phytoplankton atau mikroorganisme yang berasal dari proses dekomposer di dalam kolam tersebut.

Daphnia dapat dibudidayakan secara kontinu untuk memenuhi kebutuhan benih ikan akan pakan alami yang sangat baik untuk pertumbuhan larva dan benih yang kita pelihara. Dalam membudidayakan Daphnia ada beberapa tahapan yang harus disiapkan yaitu :

1. Menyiapkan wadah dan media budidaya
2. Menginokulasi induk *Daphnia*
3. Memberikan pemupukan susulan

Persiapan wadah dan media *Daphnia* sp

Wadah yang dapat digunakan untuk membudidayakan *Daphnia* ada beberapa macam anatara lain adalah : bak semen, bak fiber, kolam atau akuarium. Pemilihan wadah budidaya ini sangat bergantung kepada skala produksi budidaya *Daphnia*. Wadah budidaya *Daphnia* ini sebaiknya ditempatkan diruang terbuka didalam wadah budidaya. *Daphnia* adalah jenis zooplankton yang hidup diair tawar yang mendiami kolam-kolam, sawah dan perairan umumnya yang banyak mengandung bahan organik. Sebagai organisme air, *Daphnia* dapat hidup di perairan yang berkualitas baik. Beberapa faktor ekologi perairan yang berpengaruh terhadap perkembangbiakan *Daphnia* antara lain adalah suhu, oksigen terlarut dan pH.

Cara membudidayakan *Daphnia* dapat dilakukan dengan melakukan pemupukan pada wadah budidaya. Hal ini bertujuan untuk menumbuhkan phytoplankton didalam wadah budidaya yang digunakan oleh *Daphnia* sebagai makanannya agar tumbuh dan berkembangbiak. Oleh karena itu dalam membudidayakan *Daphnia* sebaiknya wadah budidayanya diletakkan di ruang terbuka yang mendapat sinar matahari yang cukup dan sangat dibutuhkan untuk proses fotosintesa phytoplankton.

Kedalaman air pada wadah budidaya *Daphnia* sebaiknya lebih dari 60 cm, agar *Daphnia* bisa terhindar dari intensitas cahaya matahari yang tinggi pada siang hari. Biasanya pada siang hari *Daphnia* akan berenang ke dasar wadah untuk menghindari intensitas cahaya dan suhu yang tinggi. Sebaliknya tingginya intensitas cahaya matahari akan merangsang phytoplankton untuk tumbuh cepat. Untuk menghindari meluapnya air pada saat hujan, sebaiknya wadah budidaya *Daphnia* diberi naungan dengan atap yang terbuat dari plastik/fiber yang transparan. *Daphnia* merupakan salah satu hewan yang sangat sensitif terhadap kontaminasi bahan kimia. Sebagai contoh apabila wadah budidayanya baru dibuat maka wadah tersebut harus direndam/dibilas dengan air sampai wadah tersebut tidak berbau. Untuk budidaya dahnia, air yang digunakan sebaiknya memiliki kesadahan 250 mg/liter CO_3 dan pH air dipertahankan sekitar 7 – 8 dengan cara dilakukan pengapuran didalam wadah budidaya dengan kapur pertanian. Selain itu sebaiknya didalam wadah budidaya Daphnia juga diberi aerator yang berfungsi untuk menghasilkan oksigen didalam wadah budidaya agar nilai oksigen terlarut diwadah tersebut diatas 3,5 ppm dan kadar amonia kurang dari 0,2 mg/liter. Jika wadah budidaya Daphnia terletak diluar ruangan terpapar langsung dengan sinar matahari pengguaan aerator tidak diperlukan, karena oksigen terlarut di dalam wadah budidaya sudah tercukupi dari hasil difusi.

Dari beberapa parameter kualitas air yang telah diuraikan sebelumnya dapat diketahui bahwa Daphnia memerlukan kualitas air yang prima untuk media hidupnya. Sama halnya dengan ikan, oksigen sangat diperlukan oleh *Daphnia* untuk mendukung kehidupannya,sedangkan amonia bersifat racun yang dapat mengakibatkan kematian. Untuk mempertahankan kondisi air selama masa budidaya agar tetap prima, maka air harus diaerasi secara kontinyu serta dilakukan pergantian air. Pergantian air pada media budidaya Daphnia dapat dilakukan dengan cara penyiponan, yaitu air didalam wadah budidaya dibuang dengan cara menggunakan selang. Pergantian air ini sangat bergantung kepada kebutuhan Daphnia didalam media budidaya.Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Kolam Budidaya *Daphnia* sp secara massal

Untuk menumbuhkan media tumbuh budidaya Daphnia secara massal diperlukan pupuk. Pupuk yang terdapat dialam ini dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan, sisa tanaman, limbah rumah tangga. Sedangkan pupuk anorganik adalah pupuk yang berasal dari bahan kimia dasar yang dibuat secara pabrikasi atau yang berasal dari hasil tambang, seperti Nitrat, Fosfat (Duperfosfat/DS, Triple

Superfosfat/TSP,Superphosphat 36, Fused Magnesium Phospate/FMP), Silikat, natrium, Nitrogen (Urea, Zwavelzure Amoniak/ZA,Amonium Nitrat, Amonium Sulfanitrat) dan lain-lain.

Jenis pupuk yang dapat digunakan sebagai sumber unsur hara pada media kultur pakan alami *Daphnia* adalah pupuk organik dan anorganik. Pemilihan antara kedua jenis pupuk tersebut sangat bergantung kepada ketersediaan pupuk tersebut dilokasi budidaya, dan kedua jenis pupuk tersebut dapat digunakan sebagai sumber unsur hara.Jenis pupuk organik yang biasa digunakan adalah pupuk kandang, pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari campuran antara kotoran hewan dengan sisa makanan dan alas tidur hewan.

Pupuk kandang yang akan dipergunakan sebagai pupuk dalam media kultur pakan alami adalah pupuk kandang yang telah kering. Mengapa pupuk kandang yang digunakan harus yang kering ? Pupuk kandang yang telah kering sudah mengalami proses pembusukan secara sempurna sehingga secara fisik seperti warna, rupa, tekstur, bau dan kadar airnya tidak seperti bahan aslinya.Pupuk kandang ini jenisnya ada beberapa macam antara lain adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan sapi, kerbau, kelinci, ayam dan kuda. Dari berbagai jenis kotoran hewan tersebut yang biasa digunakan adalah kotoran ayam. Kotoran ayam yang telah kering ini digunakan dengan dosis yang telah ditentukan.

Jenis pupuk anorganik juga bisa digunakan sebagai sumber unsur hara pada media kultur *Daphnia* jika pupuk kandang tidak terdapat dilokasi tersebut. Jenis pupuk anorganik yang biasa digunakan adalah pupuk yang mengandung unsur Nitrogen, Phosphat dan Kalium. Pupuk anorganik yang banyak mengandung unsur nitrogen dan banyak dijual dipasaran adalah Urea, Zwavelzure Ammoniak (ZA), sedangkan unsur Phosphat adalah

Triple Superphosphat (TSP). Untuk lebih mudahnya saat ini juga sudah dijual pupuk majemuk yang mengandung unsur Nitrogen, Phosphate dan Kalium (NPK).

Pupuk yang dimasukkan ke dalam media kultur pakan alami Daphnia ini berfungsi untuk menumbuhkan bakteri, fungi, detritus dan beragam phytoplankton sebagai makanan utama *Daphnia*. Dengan tumbuhnya pakan Daphnia didalam media kultur maka pakan alami yang akan dipelihara didalam wadah budidaya tersebut akan tumbuh dan berkembang.

Berapakah dosis pupuk yang harus ditebarkan ke dalam media kultur pakan alami *Daphnia* ? Berdasarkan pengalaman beberapa pembudidaya dosis yang digunakan untuk pupuk kandang adalah 1500 gram/m^3 , atau 1,5 gram/liter. Tetapi dosis pupuk kandang yang berasal dari kotoran ayam kering berdasarkan hasil penelitian dan memberikan pertumbuhan populasi *Daphnia* yang optimal adalah 450g/1000 liter media kultur atau 0,45 gram/liter.

Dosis yang digunakan untuk pupuk anorganik harus dihitung berdasarkan kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan. Beberapa pembudidaya ada yang menggunakan pupuk nitrat dan phosphat sebagai unsur hara yang dimasukkan ke dalam media kultur pakan alami. Dosis yang digunakan dihitung berdasarkan kandungan unsur hara yang terdapat dalam pupuk anorganik, misalnya pupuk yang akan digunakan adalah urea dan ZA. Kadar unsur N dalam urea adalah 46%, artinya dalam setiap 100 kg urea mengandung unsur N sebanyak 46 kg. Untuk ZA kadar N nya 21% , artinya kadar N dalam pupuk ZA adalah 21 kg. Sedangkan pupuk kandang yang baik mengandung unsur N sebanyak1,5–2%. Oleh karena dalam menghitung jumlah pupuk anorganik yang dibutuhkan dalam media kultur

pakan alami dilakukan perhitungan matematis. Misalnya kebutuhan urea adalah $V_1N_1 = V_2N_2$, 2X1,5=VX46, maka kebutuhan urea adalah 3 : 46 = 0,065 kg.

Pupuk yang telah ditentukan akan digunakan sebagai sumber unsur hara dalam media kultur pakan alami selanjutnya dihitung dan ditimbang sesuai dengan dosis yang dibutuhkan. Penimbangan dilakukan setelah wadah budidaya disiapkan. Kemudian pupuk tersebut dimasukkan ke dalam kantong plastik atau karung plastik diikat dan di lubangi dengan menggunakan paku atau gunting agar pupuk tersebut dapat mudah larut didalam media kultur pakan alami *Daphnia*. Pupuk tersebut akan berproses didalam media dan akan tumbuh mikroorganisme sebagai makanan utama dari *Daphnia*. Waktu yang dibutuhkan oleh proses dekomposisi pupuk didalam media kultur pakan alami *Daphnia* ini berkisar antara 7 – 14 hari. Setelah itu baru bisa dilakukan penebaran bibit *Daphnia*ke dalam media kultur.

Langkah kerja dalam menyiapkan media budidaya *Daphnia* adalah sebagai berikut :

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan sebelum menyiapkan media kultur pakan alami *Daphnia*.
2. Tentukan jenis pupuk yang akan digunakan sebagai unsur hara dalam pembuatan media kultur berdasarkan identifikasi jenis-jenis pupuk berdasarkan fungsi dan kegunaan!
3. Hitunglah dosis pupuk yang telah ditentukan pada point 2 berdasarkan kebutuhan unsur hara yang diinginkan dalam pembuatan media kultur !
4. Lakukan penimbangan dengan tepat berdasarkan perhitungan dosis pupuk pada point 3.
5. Masukkanlah pupuk yang telah ditimbang ke dalam kantong/ karung plastik dan ikatlah dengan karet .

6. Lubangilah kantong/karung plastik tersebut dengan paku atau gunting untuk memudahkan pelarutan pupuk didalam media kultur !
7. Masukkanlah kantong/karung plastik ke dalam wadah budidaya dan letakkan ke dalam media kultur sampai posisi karung/kantong plastik tersebut terendam didalamnya.
8. Ikatlah dengan menggunakan tali rafia agar posisinya aman tidak terlepas.
9. Biarkan selama 7 -14 hari agar media kultur tersebut siap untuk ditebari bibit *Daphnia*.

Inokulasi Bibit *Daphnia*sp

Inokulasi *Daphnia* dapat dilakukan dengan memakai siste maupun induk *Daphnia* (Daphnia dewasa). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8.Padat tebar *Daphnia* awal pada umumnya antara 20 – 100 individu perliter media. Inokulan bisa diperoleh dari hasil budidaya di petani, Balai Benih Air Tawar, Balai Budidaya ataupun Lembaga Penelitian serta diperairan. Keberadaan *Daphnia* diperairan dapat dilihat dengan mata telanjang. Oleh karena itu untuk menghitung kepadatan *Daphnia* pada saat inokulasi maupun masa budidaya, dapat dilakukan tanpa menggunakan alat pembesar atau mikroskop. *Daphnia*diambil dari dalam wadah, yang telah diaerasi agak besar sehingga *Daphnia* merata berada di seluruh kolom air, dengan memakai gelas piala volume 100 ml. *Daphnia*dan air di dalam gelas piala selanjutnya dituangkan secara perlahan-lahan sambil dihitung jumlah *Daphnia* yang keluar bersama air.

Apabila jumlah *Daphnia* yang ada sangat banyak, maka dari gelas piala 100 ml dapat diencerkan, caranya adalah dengan menuangkan ke dalam gelas piala 1000 ml dan ditambah air hingga volumenya 1000 ml.Dari gelas 1000

ml, lalu diambil sebanyak 100 ml. *Daphnia*yang ada dihitung seperti cara diatas, lalu kepadatan di dalam wadah budidaya dapat diketahui dengan cara mengalikan 10 kali jumlah didalam gelas 100 ml. Sebagai contoh, apabila di dalam gelas piala 100 ml terdapat 200 ekor *Daphnia*, maka kepadatan *Daphnia* diwadah budidaya adalah 10 X 200 ekor = 2000 individu per 100ml.



Gambar 10. *Daphnia* dewasa terlihat dibawah mikroskop (kiri) dan terlihat kasat mata dalam gelas (kanan)

Daphnia yang dibudidayakan bisa juga berasal dari perairan umum atau kolam, dan biasanya terbawa dalam aliran air dalam bentuk siste atau induk dewasa. Oleh karena itu dalam proses budidaya *Daphnia* dilakukan pemupukan didalam wadah budidaya yang bertujuan untuk menumbuhkan phytoplankton. Kepadatan phytoplankton yang dibutuhkan untuk budidaya *Daphnia* adalah 10^5 - 10^6 sel/ml media budidaya. Pemupukan wadah budidaya ini dilakukan dengan cara mencampur 2,4 gram kotoran ayam di dalam 1 liter air media budidaya.

Pemeliharaan Daphnia

Daphnia yang dipelihara dalam media kultur yang tepat akan mengalami pertumbuhan yang cepat. Secara biologis *Daphnia* akan tumbuh dewasa pada umur empat hari, jika pada saat inokulasi yang ditebarkan adalah bibit *Daphnia* yang dewasa maka dalam waktu dua hari bibit *Daphnia* tersebut sudah mulai beranak, karena periode maturasi *Daphnia*pada media yang mempunyai suhu 25 ^{o}C adalah dua hari. Jumlah anak yang dikeluarkan dari satu induk bibit *Daphnia* adalah sebanyak 29 – 30 ekor, yang dikeluarkan dengan selang waktu dua hari. Daur hidup *Daphnia* adalah 28 – 33 hari dan *Daphnia* menjadi dewasa hanya dalam waktu empat hari, sehingga bisa diperhitungkan prediksi populasi *Daphnia* didalam media kultur.

Berdasarkan siklus hidup Daphnia maka kita dapat menentukan waktu yang tepat untuk melakukan pemanenan sesuai dengan kebutuhan larva atau benih ikan yang akan mengkonsumsi pakan alami *Daphnia*. Ukuran *Daphnia* yang dewasa dan anak-anak berbeda oleh karena itu perbedaan ukuran tersebut sangat bermanfaat bagi ikan yang akan mengkonsumsi dan disesuaikan dengan ukuran bukaan mulut larva.

Dalam melakukan pemeliharaan *Daphnia* antara lain adalah melakukan pemantauan pertumbuhan dan melakukan pemupukan ulang agar kualitas media pemeliharaan tetap sesuai dengan kebutuhan organisme. Pemantauan pertumbuhan pakan alami *Daphnia* di media kultur harus dilakukan agar tidak terjadi kapadatan populasi yang mengakibatkan tingkat kematian yang tinggi didalam media. Hal tersebut diakibatkan oleh kurangnya oksigen didalam media kultur. Tingkat kepadatan populasi yang maksimal didalam media kultur adalah 1500 individu perliter, walaupun ada juga yang mencapai kepadatan 3000 – 5000 individu perliter.

Perhitungan Kepadatan Populasi

Untuk mengukur tingkat kepadatan populasi *Daphnia* didalam media kultur dilakukan dengan cara sampling beberapa titik dari media, minimal tiga kali sampling. Sampling dilakukan dengan cara mengambil air media kultur yang berisi *Daphnia* dengan menggunakan baker glass atau erlemeyer. Hitunglah jumlah *Daphnia* yang terdapat dalam botol contoh tersebut, data tersebut dapat dikonversikan dengan volume media kultur. Kepadatan populasi dari pakan alami yang dilakukan budidaya harus dilakukan perhitungan agar kontinuitas produksi terjaga. Oleh karena itu langkah yang harus dilakukan antara lain adalah :

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan sebelum melakukan pemantauan pertumbuhan populasi pakan alami .
2. Tentukan waktu pemantauan kepadatan populasi sesuai dengan prediksi tingkat pertumbuhan pakan alami di dalam media kultur.
3. Ambillah sampel air pada media kultur dengan menggunakan baker glass/erlemeyer, amati dengan seksama dan teliti !
4. Hitunglah jumlah pakan alami yang terdapat dalam baker glass tersebut !
5. Lakukanlah kegiatan tersebut minimal tiga kali ulangan dan catat apakah terjadi perbedaan nilai pengukuran dari ketiga lokasi yang berbeda.
6. Hitunglah rata-rata nilai populasi dari ketiga sampel yang berbeda lokasi. Nilai rata-rata ini akan dipergunakan untuk menghitung kepadatan populasi pakan alami di media kultur.
7. Catat volume air sampel dan jumlah pakan alami dari data point 6, lakukan konversi nilai perhitungan tersebut untuk menduga kepadatan populasi pakan alami didalam media kultur.

Pemupukan Susulan

Pemupukan susulan adalah pemupukan yang dimasukkan ke dalam media kultur selama pemeliharaan pakan alami *Daphnia* dengan dosis 50 – 100 % dari dosis pemupukan pertama yang sangat bergantung kepada kondisi media kultur. Pemupukan tersebut sangat berguna bagi pertumbuhan phytoplankton, detritus, fungi dan bakteri yang merupakan makanan utama dari pakan alami *Daphnia*.

Selama dalam pemeliharaan tersebut harus terus dilakukan pemupukan susulan seminggu sekali atau dua minggu sekali dengan dosis yang bergantung kepada kondisi media kultur , biasanya dosis yang digunakan adalah setengah dari pemupukan awal. Pakan alami *Daphnia* mempunyai siklus hidup yang relatif singkat yaitu 28 – 33 hari. Oleh karena itu agar pembudidayaannya bisa berlangsung terus menerus harus selalu diberikan pemupukan susulan. Dalam memberikan pemupukan susulan ini caranya hampir sama dengan pemupukan awal dan ada juga yang memberikan pemupukan susulannya dalam bentuk larutan pupuk yang dicairkan.

Fungsi utama pemupukan susulan adalah untuk menumbuhkan pakan alami pytoplankton yang dibutuhkan oleh *Daphnia* agar tumbuh dan berkembang. Berdasarkan kebutuhan pakan bagi *Daphnia*tersebut ada dua metode yang biasa dilakukan oleh pembudidaya yaitu *Detrital system* dan *Autotrophic system*. *Detrital System* adalah penggunaan pupuk kandang kering yang dimasukkan dalam media kultur *Daphnia* sebanyak 450 gram dalam 1000 liter air dan dilakukan pemupukan susulan dengan dosis 50 – 100% dari pemupukan pertama yang diberikan seminggu sekali. Selain itu untuk mempercepat tumbuhnya bakteri, fungi, detritus dan beragam phytoplankton ditambahkan dedak dan ragi dosis yang digunakan adalah 450 gram kotoran ayam kering ditambah 112 gram dedak dan 22 gram ragi ke dalam 1000 liter media kultur.

Autotrophic system adalah sistem dalam budidaya *Daphnia* dimana pakan yang dibutuhkan untuk tumbuh dan berkembangnya *Daphnia* tersebut dikultur secara terpisah dengan media kultur *Daphnia*. Phytoplakton yang dibutuhkan dibudidayakan sendiri dan didalam media kultur *Daphnia* tersebut ditambahkan campuran beberapa vitamin dan ditambahkan dedak. Komposisi campuran vitamin dapat dilihat pada Tabel 6. Dosis campuran vitamin tersebut adalah satu mililiter larutan digunakan untuk satu liter media kultur. Selain campuran vitamin didalam media kultur pakan alami *Daphnia* juga ditambahkan larutan dedak dengan dosis 50 gram dedak ditambahkan dengan 1 liter air lalu diblender dan diaduk selama satu menit, larutan tersebut disaring dengan menggunakan saringan kain yng berdiameter 60 µm. Suspensi tersebut diberikan ke dalam wadah yang berisi media kultur Daphnia, satu gram dedak biasanya digunakan untuk 500 ekor *Daphnia* setiap dua hari sekali.

Tabel 6. Komposisi campuran vitamin

Jenis Vitamin	Konsentrasi (µg/l)
Biotin	5
Thiamine	100
Pyridoxine	3
Ca Panthothenate	250
B 12	100
Nicotinic acid	50

Nicotinamide	50
Folic acid	20
Riboflavin	30
Inositol	90

Frekuensi pemupukan susulan ditentukan dengan melihat sample air didalam media kultur , parameter yang mudah dilihat adalah jika transparansi kurang dari 0,3 m didalam media kultur. Hal ini dapat dilihat dari warna air media yang berwarna keruh atau warna teh bening. Jika hal tersebut terjadi segera dilakukan pemupukan susulan. Jenis pupuk yang digunakan sama dengan pemupukan awal.

Berdasarkan hasil penelitian Hadadi (2004), *Daphnia* dapat dilakukan kultur secara massal di kolam tembok yang berukuran 300 m^2 dengan ke dalaman air 1 m. Sebelum kolam dipergunakan dilakukan masa persiapan yang terdiri atas persiapan wadah, pupuk dan bibit *Daphnia* sp. Persiapan wadah pemeliharaan meliputi penyucian, sterilisasi kolam, pengisian air dan pemupukan. Bahan yang dipergunakan untuk menghilangkan predator adalah cairan kapur atau Klorin. Pupuk yang digunakan adalah pupuk kotoran unggas dengan dosis 1.000 g/L dan pupuk susulan diberikan setiap dua pekan sekali dengan dosis 300g/L. Penanaman bibit *Daphnia*sp sebanyak 10-15 inividu/L. Pemanenan dilakukan setelah 12 hari dari penanaman, dengan menggunakan serokan selang waktu 2-3 hari. Waktu pemanenan dilakukan pada pagi hari karena pada waktu pagi hari biasanya berada dipermukaan air sehingga akan memudahkan dalam melakukan pemanenan. *Daphnia* yang sudah dipanen dicuci, dibersihkan dari berbagai kotoran, ditimbang dan dimasukkan ke dalam kantong plastik yang selanjutnya disimpan di freezer. Produksi *Daphnia sp* dalam dua bulan pemeliharan di kolam dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Produksi *Daphnia* sp di kolam pemeliharaan

Waktu panen minggu ke-	Jumlah *Daphnia* sp yang terpanen (kg)			Rataan perkolam
	Kolam 1	Kolam 2	Kolam 3	
2	24,8	25,8	24,5	
3	17,2	17,2	19,5	
4	24,0	27,0	25,6	
5	14,3	20,3	19,5	
6	10,0	14,0	15,0	
7	15,0	14,0	13,0	
8	10,01	15,0	10,0	
Total	115,4	133,3	127,1	125,26± 9,08

Berdasarkan tabel diatas berarti untuk memproduksi satu ton Daphnia sp per minggu dibutuhkan kolam seluas lebih kurang 1.900 m2 dengan ke dalaman 1m. Tetapi dari hasil penelitian sebelumnya untuk memproduksi satu ton *Daphnia* sp per minggu dibutuhkan kolam seluas 4.167 m^2 dengan ke dalaman air 0,6 m. Perbedaan hasil produksi ini disebabkan oleh perbedaan jenis pupuk yang digunakan, cara pemupukan dan teknik pemanenan.

PEMANENAN DAPHNIA

Pakan alami yang telah dibudidayakan di media kultur bertujuan untuk diberikan kepada larva/benih yang dipelihara. Kebutuhan larva/benih ikan akan pakan alami Daphnia selama pemeliharaan adalah setiap hari. Oleh karena itu waktu pemanenan pakan alami itu sangat bergantung kepada kebutuhan larva/benih akan pakan alami *Daphnia*. Pemanenan pakan alami *Daphnia*ini dapat dilakukan setiap hari atau seminggu sekali atau

dua minggu sekali. Hal tersebut bergantung kepada kebutuhan suatu usaha terhadap ketersediaan pakan alami *Daphnia*.

Pemanenan pakan alami *Daphnia* yang dilakukan setiap hari biasanya jumlah yang dipanen adalah kurang dari 20% . Pemanenan *Daphnia* dapat juga dilakukan seminggu sekali atau dua minggu sekali sangat bergantung kepada kelimpahan populasi *Daphnia* di dalam media kultur.

Untuk menghitung kepadatan *Daphnia* pada saat akan dilakukan pemanenan, dapat dilakukan tanpa menggunakan alat pembesar atau mikroskop. *Daphnia* diambil dari dalam wadah, yang telah diaerasi agak besar sehingga Daphnia merata berada di seluruh kolom air, dengan memakai gelas piala volume 100 ml. *Daphnia* dan air di dalam gelas piala selanjutnya dituangkan secara perlahan-lahan sambil dihitung jumlah *Daphnia* yang keluar bersama air.

Apabila jumlah *Daphnia* yang ada sangat banyak, maka dari gelas piala 100 ml dapat diencerkan, caranya adalah dengan menuangkan ke dalam gelas piala 1000 ml dan ditambah air hingga volumenya 1000 ml.Dari gelas 1000 ml, lalu diambil sebanyak 100 ml. *Daphnia* yang ada dihitung seperti cara diatas, lalu kepadatan di dalam wadah budidaya dapat diketahui dengan cara mengalikan 10 kali jumlah didalam gelas 100 ml. Sebagai contoh, apabila di dalam gelas piala 100 ml terdapat 200 ekor Daphnia, maka kepadatan Daphnia diwadah budidaya adalah 10 X 200 ekor = 2000 individu per 100ml**.**

Pemanenan *Daphnia* dapat dilakukan berdasarkan siklus reproduksinya, dimana *Daphnia* akan menjadi dewasa pada umur

empat hari dan dapat beranak selang dua hari sekali, maka dapat dipredeksi kepadatan populasi *Daphnia* didalam media kultur jika padat tebar awal dilakukan pencatatan. *Daphnia* dapat berkembangbiak tanpa kawin dan usianya relative singkat yaitu 28 – 33 hari.

Pemanenan dapat dilakukan pada hari ke tujuh - sepuluh jika populasinya sudah mencukupi, pemanenan tersebut dilakukan dengan cara menggunakan seser halus. Waktu pemanenan dilakukan pada pagi hari disaat matahari terbit, pada waktu tersebut *Daphnia* akan banyak mengumpul dibagian permukaan media untuk mencari sinar. Dengan tingkahlakunya tersebut akan sangat mudah bagi para pembudidaya untuk melakukan pemanenan. *Daphnia* yang baru dipanen tersebut dapat digunakan langsung untuk konsumsi larva atau benih ikan.

Daphnia yang sudah dipanen tersebut dapat tidak secara langsung diberikan pada larva dan benih ikan hias yang dibudidayakan tetapi dilakukan penyimpanan. Cara penyimpanan *Daphnia* yang dipanen berlebih dapat dilakukan pengolahan *Daphnia* segar menjadi beku . Proses tersebut dilakukan dengan menyaring *Daphnia* dengan air dan *Daphnia* yang sudah bersih dari berbagai macam kotoran tersebut yang dimasukkan dalam wadah plastik dan disimpan didalam lemari pembeku (Freezer). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 11.Proses pencucian *Daphnia* (kiri) dan *Daphnia* siap dikemas (kanan)

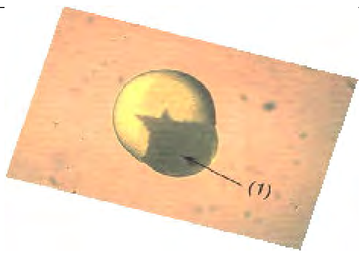
Artemia salina

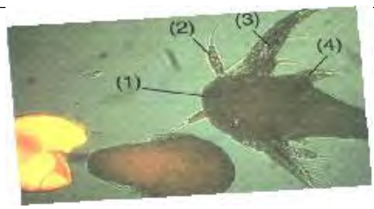
Budidaya *artemia salina* di Indonesia sudah dapat dilakukan pada beberapa lokasi diantaranya di daerah Jepara Jawa Tengah.*Artemia salina* sebagai pakan alami saat ini kebutuhannya masih didatangkan dari luar negeri (import). *Artemia salina* produksi dalam negeri belum banyak dijual di pasaran. Ada berbagai macam merk *Artemia salina* yang dijual dan harganya relatif mahal berkisar antara Rp 500.000, sampai Rp 800.000,- perkaleng dengan berat perkaleng berkisar antara 425 gram sampai 450 gram.

Indonesia sebagai negara yang garis pantainya terluas didunia berpotensi untuk mengembangkan budidaya *Artemia salina*. Kementerian Kelautan dan Perikanan melalui Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara melakukan berbagai macam penelitian terkait dengan prospek usaha budidaya *Artemia salina* di tambak garam. Kenapa di tambak garam?

Kista *Artemia salina*dapat diproduksi secara massal di tambak bersamaan dengan produksi garam. Seperti pada pembelajaran sebelumnya dimana anda telah memahami siklus hidup *Artemia salina* dan perkembangbiakkannya pada buku teks bahan ajar siswa SMK Produksi Pakan Alami semester 1.

Siklus hidup *Artemia* bisa dimulai dari saat menetasnya kista atau telur. Setelah 15-20 jam pada suhu 25 derajat celcius kista akan menetas menjadi embrio. Dalam waktu beberapa jam embrio ini masih akan tetap menempel pada kulit kista. Pada fase ini embrio akan tetap menyelesaikan perkembanganya kemudian berubah menjadi naupli yang akan bisa berenang bebas. Pada awalnya naupli akan berwarna orange kecoklatan akibat masih mengandung kuning telur. *Artemia* yang baru menetas tidak akan makan, karena mulut dan anusnya belum terbentuk dengan sempurna. Setelah 12 jam mereka akan ganti kulit dan memasuki tahap larva kedua. Dalam fase ini mereka akan mulai makan, dengan pakan berupa mikro alga, bakteri, dan detritus organik lainya. Naupli akan berganti kulit sebanyak 15 kali sebelum menjadi dewasa dalam kurun waktu 8 hari. *Artemia* dewasa rata-rata berukuran sekitar 8 cm, meskipun demikian pada kondisi yang tepat mereka dapat mencapai ukuran sampai dengan 20 mm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 12.





Embrio muncul	Embrio keluar dari cangkang

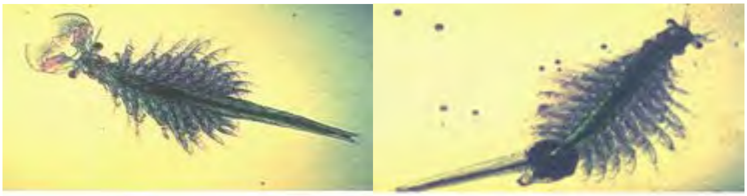
	
Nauplius	Embrio berkembang

Gambar 12. Siklus perkembangbiakan *Artemia salina*

Keterangan gambar:

(1) mata
(2) antennula
(3) antena
(4) rahang bawah

Induk *Artemia* yang telah menjadi dewasa berat biomasnya akan mencapai 500 kali dibandingkan biomasa pada fase nauplius.Dalam tingkat salinitas rendah dan pakan yang optimal, betina *Artemia* bisa menghasilkan naupli sebanyak 75 ekor perhari. Selama masa hidupnya (sekitar 50 hari) mereka bisa memproduksi naupli rata-rata sebanyak 10-11 kali. Dalam kondisi super ideal, *Artemia* dewasa bisa hidup selama 3 bulan dan memproduksi naupli atau kista sebanyak 300 ekor(butir) per 4 hari. Untuk lebih jelasnya tentang induk jantan dan induk betina *Artemia salina* dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Induk jantan (kiri) dan induk betina (kanan) *Artemia salina*

Dalam usaha budidaya *Artemia salina* produk yang dihasilkan adalah kista (kista) yang bisa dijual dan dipasarkan. Berdasarkan siklus hidupnya setelah *Artemia salina* menjadi dewasa pada kondisi optimal kadar salinitas antara 30-35 ppt akan bereproduksi secara normal dan telur yang dihasilkan akan menetas menjadi nauplius. Pada kondisi lingkungan budidaya yang mempunyai salinitas yang tinggi maka anak yang dihasilkan tersebut akan mengalami fase dorman menjadi kista. Oleh karena itu dalam usaha budidaya *Artemia salina* kondisi lingkungan dibuat ekstrem dimana kista akan terbentuk jika salinitas perairan mencapai 120-140 ppt. Kista akan terbentuk apabila lingkungannya berubah menjadi sangat salin dan bahan pakan sangat kurang dengan fluktuasi oksigen sangat tinggi antara siang dan malam.

Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara (2003) sudah dapat memproduksi *Artemia salina* secara massal pada tambak bersamaan dengan produksi garam. Dalam satu musim kering diproduksi sedikitnya 6 bulan dan menghasilkan kista basah sebanyak 40 kg dari luas tambak 1.500 m^2 dan garam 56 ton. Budidaya artemia dapat dilakukan dengan beberapa kegiatan yaitu mulai dari persiapan tambak, persiapan alat dan bahan penetasan kista *Artemia salina*, penebaran benih, penumbuhan makanan alami, pemeliharaan, pemanenan dan prosesing.

Persiapan tambak

Tambak yang dapat digunakan untuk membudidayakan *Artemia* adalah tambak yang garam yang tidak bocor dan ketersediaan air selalu ada sepanjang musim. Tambak yang dapat dipergunakan harus mampu menyimpan air dengan ke dalaman tambak adalah 70 cm. Sebelum digunakan tambak garam ini dilakukan persiapan tambak yaitu :

a. Penjemuran/pengeringan dasar tambak dan pemadatan dasar tambak
b. Pengapuran tambak dengan dosis 300-500 kg/ha
c. Pemupukan organik 500 kg/ha
d. Pemupukan TSP/urea 200 kg (1:3)
e. Pengisian air tambak dengan salinitas 80 ppt sedalam 70 cm
f. Pemberantasan hama dengan memberikan saponin 10-20 ppm

Petakan tambak untuk budidaya *Artemia* umumnya terdiri atas 4 fungsi, yaitu petakan reservoir, evaporasi, distribusi dan petakan budidaya. Selain itu ada pula petak kultur plankton sebagai pelengkap. Petakan reservoir ada dua, petakan reservoir 1 sedalam 60 – 100 cm untuk menampung air laut dengan salinitas 30 – 35 permil, sedangkan petakan reservoir 2 sebagai penampung air bersalinitas tinggi (80 – 120 permil) dari petak evaporasi untuk kemudian dialirkan ke dalam petakan distribusi. Petakan evaporasi dibuat dangkal (ke dalaman 5 – 7 cm) dengan dasar petakan rata, padat dan miring kesalah satu sisi. Hal ini untuk mempermudah proses evaporasi dan mempercepat aliran air. Dalam petakan ini diharapkan salinitas meningkat sampai dengan 120 permil atau lebih. Petakan distribusi berupa kanal keliling, berfungsi untuk memasok air bersalinitas tinggi (>120 permil) ke dalam petakan budidaya. Petakan distribusi dibuat dangkal (±5 cm) untuk memungkinkan salinitas air semakin tinggi. Petakan budidaya merupakan petakan-petakan seluas

masing-masing 1.000–1.500m^2, dengan ke dalaman sekitar 60 cm, dan dilengkapi dengan caren keliling sebagai tempat berlindung *Artemia* dalam keadaan ektrim. Pada petakan budidaya inilah kegiatan produksi kista *Artemia* dilakukan dengan memanfaatkan sifat reproduksi ovivar. (Ditjen Perikanan, 2003)Setelah tambak dipersiapkan langkah selanjutnya adalah melakukan penebaran benih yaitu nauplii *Artemia* sebanyak 200 ekor perliter pada stadia instar I yaitu *Artemia* yang baru menetas. Penebaran ini harus dilakukan pada saat suhu rendah. Sebelum melakukan penebaran benih atau kista *Artemia* sebaiknya anda membaca terlebih dahulu materi tentang bagaimana menetaskan kista *Artemia* dimulai dari mempersiapkan alat, wadah dan media untuk menetaskan kista artemia sampai proses pemanenan nauplius *Artemia*tersebut.

Peralatan dan media menetaskan kista *Artemia salina*

Peralatan dan wadah yang dapat digunakan dalam mengkultur pakan alami *Artemia* ada beberapa macam. Jenis-jenis wadah yang dapat digunakan antara lain adalah kantong plastik berbentuk kerucut, botol aqua , ember plastik dan bentuk wadah lainnya yang didesain berbentuk kerucut pada bagian bawahnya agar memudahkan pada waktu panen. Sedangkan peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan budidaya *Artemia* antara lain adalah aerator/blower, selang aerasi, batu aerasi, selang air, timbangan, saringan halus/seser, ember,gayung, gelas ukur kaca, dan refraktometer.

Peralatan yang digunakan untuk budidaya pakan alami *Artemia*mempunyai fungsi yang berbeda-beda, misalnya aerator digunakan untuk mensuplai oksigen pada saat membudidayakan pakan alami skala kecil dan menengah, tetapi apabila sudah dilakukan budidaya secara massal/skala besar maka peralatan yang digunakan untuk

mensuplai oksigen ke dalam wadah budidaya menggunakan blower. Peralatan selang aerasi berfungsi untuk menyalurkan oksigen dari tabung oksigen ke dalam wadah budidaya, sedangkan batu aerasi digunakan untuk menyebarkan oksigen yang terdapat dalam selang aerasi keseluruh permukaan air yang terdapat didalam wadah budidaya.

Selang air digunakan untuk memasukkan air bersih dari tempat penampungan air ke dalam wadah budidaya. Peralatan ini digunakan juga untuk mengeluarkan kotoran dan air pada saat dilakukan pemeliharaan. Dengan menggunakan selang air akan memudahkan dalam melakukan penyiapan wadah sebelum digunakan untuk budidaya. Peralatan lainnya yang diperlukan dalam membudidayakan *Artemia* adalah timbangan, timbangan yang digunakan boleh berbagai macam bentuk dan skala digitalnya, karena fungsi utama alat ini untuk menimbang bahan yang akan digunakan dalam membudidayakan *Artemia.* Bahan yang telah ditimbang tersebut selanjutnya bisa diletakkan didalam wadah plastik atau kantong plastik dan diikat dengan menggunakan karet plastik. Bahan yang telah terbungkus dengan kantong plastik tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam media budidaya *Artemia*.

Artemia yang dipelihara didalam wadah pemeliharaan akan tumbuh dan berkembang oleh karena itu harus dipantau kepadatan populasi *Artemia* didalam wadah. Alat yang digunakan adalah gelas ukur kaca yang berfungsi untuk melihat kepadatan populasi *Artemia* yang dibudidayakan didalam wadah pemeliharaan. Selain itu diperlukan juga seser atau saringan halus pada saat akan melakukan pemanenan Artemia. Artemia yang telah dipanen tersebut dimasukkan ke dalam ember plastik untuk memudahkan dalam pengangkutan dan digunakan juga gayung plastik untuk mengambil media air budidaya *Artemia* yang telah diukur kepadatannya.

Setelah berbagai macam peralatan dan wadah yang digunakan dalam membudidayakan pakan alami *Artemia* diidentifikasi dan dijelaskan fungsi dan cara kerjanya , langkah selanjutnya adalah melakukan persiapan terhadap wadah tersebut. Langkah pertama adalah peralatan dan wadah yang akan digunakan ditentukan sesuai dengan skala produksi dan kebutuhan. Peralatan dan wadah disiapkan untuk digunakan dalam budidaya *Artemia*. Wadah yang akan digunakan dibersihkan dengan menggunakan sikat dan diberikan desinfektan untuk menghindari terjadinya kontaminasi dengan mikroorganisme yang lain. Wadah yang telah dibersihkan selanjutnya dapat diari dengan air bersih.

Wadah budidaya yang telah diairi dapat digunakan untuk memelihara *Artemia*. Air yang dimasukkan ke dalam wadah budidaya harus bebas dari kontaminan seperti pestisida, deterjen dan Chlor. Air yang digunakan sebaiknya diberi oksigen dengan menggunakan aerator dan batu aerasi yang disambungkan dengan selang aerasi. Aerasi ini dapat digunakan pula untuk menetralkan Chlor atau menghilangkan Carbondioksida didalam air.

Setelah wadah siap digunakan, maka langkah selanjutnya adalah menyiapkan media. Media seperti apakah yang dapat digunakan untuk tumbuh dan berkembang pakan alami *Artemia*. *Artemia* merupakan hewan air yang hidup diperairan laut yang memiliki salinitas berkisar antara 42 – 316 permil. Organisme ini banyak terdapat didaerah Australia, Asia, Afrika, Eropa, Amerika Utara, Amerika Tengah dan Amerika Selatan dimana pada daerah tersebut memiliki salinitas yang cukup pekat. Berdasarkan habitat alaminya pakan alami *Artemia* ini dapat hidup pada perairan yang mengandung salinitas cukup tinggi, walaupun tidak menutup kemungkinan untuk hidup diperairan yang bersalinitas rendah karena *Artemia* memiliki adaptasi yang cukup luas terhadap salinitas.

Bagaimanakah mempersiapkan media yang akan dipergunakan untuk menetaskan kista*Artemia*? Kista*Artemia* dapat ditetaskan pada media yang mempunyai salinitas 5 permil sampai dengan 35 permil, walaupun pada habitat aslinya dapat hidup pada salinitas yang sangat tinggi. Media penetasan tersebut dapat dipergunakan air laut biasa atau membuat air laut tiruan . Air laut tiruan ini dapat dibuat dengan menggunakan air tawar ditambahkan unsur-unsur mineral yang sangat dibutuhkan untuk media penetasan. Apabila garam-garam mineral ini sulit untuk diperoleh dapat digunakan air tawar biasa ditambahkan dengan garam dapur dan diukur salinitas media tersebut dengan menggunakan refraktometer. Dosis garam dapur yang digunakan untuk membuat air laut dengan salinitas 35 permil adalah berkisar 30 gram – 35 gram per liter air. Untuk membuat air laut tiruan dengan garam mineralnya dapat dilihat pada Tabel 8 dan 9.

Tabel 8. Komposisi bahan kimia untuk membuat air laut kadar garam 5 permill

N0.	Jenis bahan	Jumlah
1.	Garam dapur (NaCl)	50 gram
2.	Magnesium Sulfat ($MgSO_4$)	13 gram
3.	Magnesium Chlorida ($MgCl_2$)	10 gram
4.	Kalsium Chlorida ($CaCl_2$)	3 gram
5.	Kalium Chlorida (KCl)	2 gram
6.	Natrium Hidrokarbonat ($NaHCO_3$)	20 gram
7.	Air tawar	10 liter

Tabel 9. Komposisi bahan kimia untuk membuat air laut kadar garam 30 permill

N0.	Jenis bahan	Jumlah

1.	Garam dapur (NaCl)	280 gram
2.	Magnesium Sulfat ($MgSO_4$)	70 gram
3.	Kalium Iodida (KI)	0,05 gram
4.	Kalsium Chlorida ($CaCl_2$)	15 gram
5.	Kalium Chlorida (KCl)	7 gram
6.	Natrium Bromida (NaBr)	1 gram
7.	Kalium Bifosfat (KH2PO4)	0,5 gram
8.	Air tawar	10 liter

Proses penetasan kista *Artemia salina*

Padat penebaran bibit pakan alami sangat bergantung pada volume produksi yang dilakukan dalam membudidayakan pakan alami tersebut. Padat penebaran bibit pakan alami *Artemia* biasanya digunakan dalam menetaskan kista*Artemia* disesuaikan dengan kebutuhan. Cyst*Artemia* atau kista*Artemia* adalah telur yang telah berkembang lebih lanjut menjadi embrio dan kemudian diselubungi oleh cangkang yang tebal dan kuat. Cangkang ini berguna untuk melindungi embrio terhadap pengaruh kekeringan, benturan keras, sinar ultra violet dan mempermudah pengapungan. Jadi kista artemia itu yang akan ditetaskan adalah hasil dari perkawinan *Artemia* dewasa jantan dan betina yang pada kondisi lingkungan buruk akan membentuk fase istirahat atau dorman. Dan biasanya disebut telur kering (diapauze).

Berapakah kebutuhan kista*Artemia* yang harus ditetaskan untuk memenuhi kebutuhan produksi? Untuk menjawab hal tersebut ada beberapa hal yang harus dipahami antara lain adalah padat penebaran cyst atau kista*Artemia* didalam media penetasan dan disesuaikan dengan volume media penetasan. Berdasarkan pengalaman beberapa akuakulturis dalam menetaskan kista*Artemia*, padat penebaran yang digunakan adalah

2 – 5 gram/liter. Semakin besar wadah yang digunakan maka jumlah kista yang akan ditebarkan akan semakin banyak. Oleh karena itu harus dipilih wadah yang tepat untuk menetaskan kista*Artemia* tersebut.

Setelah ditentukan padat penebaran yang akan dilakukan dalam penetasan kista*Artemia*, langkah selanjutnya jika media penetasan sudah dipersiapkan dan volumenya sudah dihitung adalah melakukan penebaran kista*Artemia*ke dalam media penetasan. Cara yang dilakukan untuk melakukan penebaran kista*Artemia* adalah :

1. Tentukan volume media penetasan.
2. Hitung jumlah kista yang akan ditebar sesuai dengan volume media penetasan sesuai dengan dosis yang telah ditetapkan.
3. Ambil kista artemia dan timbanglah sesuai kebutuhan ,
4. Masukkan kistake dalam wadah yang berisi media penetasan sesuai dengan salinitas yang telah ditetapkan dengan cara menuangkan secara perlahan kistake dalam media, pada saat kista ditebar sebaiknya selang aerasi dihentikan terlebih dahulu agar kista tersebut berada didalam media penetasan.

Dalam menetaskan kista*Artemia* ada dua metoda yang dapat dilakukan yaitu metoda Dekapsulasi dan metoda tanpa Dekapsulasi. Metoda penetasan dengan dekapsulasi adalah suatu cara penetasan kista *Artemia* dengan melakukan proses penghilangan lapisan luar kista dengan menggunakan larutan Hipokhlorit tanpa mempengaruhi kelangsungan hidup embrio. Sedangkan metoda penetasan tanpa dekapsulasi adalah suatu cara penetasan artemia tanpa melakukan proses penghilangan lapisan luar kista tetapi secara langsung ditetaskan dalam wadah penetasan.

Prosedur yang harus dilakukan dalam menetaskan kista artemia dengan metode Dekapsulasi adalah :

1. Ambil kista *Artemia* sejumlah yang telah ditentukan dan harus diketahui bobotnya, kemudian kista tersebut dimasukkan ke dalam wadah yang berbentuk kerucut dan dilakukan hidrasi selama 1 – 2 jam dengan menggunakan air tawar atau air laut dengan salinitas maksimum 35 permil serta diberi aerasi dari dasar wadah .
2. Dilakukan penghentian aerasi sebelum kista tersebut disaring dengan menggunakan saringan kasa yang berdiameter 120 mikron meter , kemudian kista tersebut dicuci dengan air bersih.
3. Larutan Hipoklorit yaitu larutan yang mengandung HClO disiapkan yang akan digunakan untuk melakukan proses penghilangan lapisan luar kista. Larutan Hipoklorit yang digunakan dapat diperoleh dari dua macam senyawa yang banyak dijual dipasaran yaitu Natrium hipoklorit (Na O Cl) dengan dosis 10 cc Na O Cl untuk satu gram kista dan Kalsium hipoklorit (Ca $(OCl)_2$ dengan dosis 0,67 gram untuk satu gram kista. Dari kedua senyawa larutan Hipoklorit ini Kalsium Hipoklorit lebih mudah didapat dan harganya relatif lebih murah daripada Natrium Hipoklorit. Dalam dunia perdagangan dan bahasa sehari-hari Kalsium Hipoklorit dikenal sebagai kaporit (berupa bubuk), sedangkan Natrium Hipoklorit dijual berupa cairan dan dikenal sebagai Klorin.
4. Kista yang telah disaring dengan saringan kasa dimasukkan ke dalam media larutan Hipoklorit dan diaduk secara manual serta diaerasi secara kuat-kuat , suhu dipertahankan dibawah 40 ^{o}C.
5. Proses penghilangan lapisan luar kista dilakukan selama 5 – 15 menit yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna kista dari coklat gelap menjadi abu-abu kemudian orange.
6. Kista disaring dengan menggunakan saringan 120 mikron meter dan dilakukan pencucian kista dengan menggunakan air laut secara berulang-ulang sampai bau Klorin itu hilang.

7. Kista artemia tersebut dicelupkan ke dalam larutan HCl 0,1 N sebanyak dua kali dan dicuci dengan air bersih dan siap untuk ditetaskan dengan menggunakan larutan penetasan
8. Proses penetasan yang dilakukan sama dengan proses penetasan tanpa dekapsulasi.

Prosedur yang dilakukan dalam menetaskan kista artemia dengan metoda tanpa dekapsulasi adalah :

1. Kista yang akan ditetaskan ditimbang sesuai dengan dosis yang digunakan misalnya 5 gram kista per liter air media penetasan.
2. Wadah dan media penetasan disiapkan sesuai persyaratan teknis
3. Kista*Artemia* dimasukkan ke dalam media penetasan yang diberi aerasi dengan kecepatan 10 – 20 liter udara/menit, suhu dipertahankan 25 – 30 ^{o}C dan pH sekitar 8 – 9.
4. Media penetasan diberi sinar yang berasal dari lampu TL dengan intensitas cahaya minimal 1.000 lux . Intensitas cahaya tersebut dapat diperoleh dari lampu TL /neon 60 watt sebanyak dua buah dengan jarak penyinaran dari lampu kewadah penetasan adalah 20 cm.
5. Penetasan kista*Artemia* akan berlangsung selama 24 – 48 jam kemudian.

Pemilihan metoda penetasan kista*Artemia* sangat bergantung kepada jenis *Artemia* yang digunakan dan spesifikasi dari jenis artemia tersebut. *Artemia* yang ditetaskan dari hasil dekapsulasi dapat langsung diberikan pada benih ikan atau ditetaskan terlebih dahulu baru diberikan kepada benih ikan.

Pemanenan nauplius *Artemia salina*

Pakan alami *Artemia* yang telah ditetaskankan di media penetasan bertujuan untuk diberikan kepada larva/benih yang dipelihara atau untuk dilakukan pemeliharaan di tambak. Kebutuhan larva/benih ikan akan pakan alami *Artemia* selama pemeliharaan adalah setiap hari. Oleh karena itu waktu pemanenan pakan alami itu sangat bergantung kepada kebutuhan larva/benih akan pakan alami *Artemia*atau kebutuhan target produksi budidaya artemia di tambak. Pemanenan pakan alami nauplius *Artemia* ini dapat dilakukan setiap hari atau seminggu sekali atau dua minggu sekali. Hal tersebut bergantung kepada kebutuhan suatu usaha terhadap ketersediaan pakan alami *Artemia*.

Pemanenan pakan alami *Artemia* yang dilakukan setiap hari biasanya jumlah yang dipanen adalah kurang dari 20% . Pemanenan *Artemia* dapat juga dilakukan seminggu sekali atau dua minggu sekali sangat bergantung kepada ukuran *Artemia* yang akan diberikan kepada larva/benih ikan. Kista*Artemia* yang baru menetas mempunyai ukuran antara 200 – 350 mikrometer (0,2 – 0,35 mm) dan disebut nauplius. Duapuluh empat jam setelah menetas nauplius *Artemia* ini akan mulai tumbuh organ pencernaannya, oleh karena itu pada masa tersebut artemia sudah mulai makan dengan adanya makanan didalam media penetasan artemia akan tumbuh dan berkembang. *Artemia* menjadi dewasa pada umur empatbelas hari dan akan beranak setiap empat sampai lima hari sekali. Jadi waktu panen *Artemia* sangat ditentukan oleh ukuran besar mulut larva yang akan mengkonsumsinya dengan ukuran artemia yang akan ditetaskan. Jika didalam media penetasan tidak terdapat sumber makanan bagi *Artemia* maka *Artemia* tidak akan tumbuh dan berkembang melainkan akan mati secara perlahan-lahan karena kekurangan energi. Pada beberapa usaha pembenihan biasanya hanya dilakukan penetasan kista*Artemia* tanpa melakukan pemeliharaan terhadap kista yang telah ditetaskan.

Setelah kista artemia menetas 24 – 48 jam setelah ditetaskan maka akan dilakukan pemanenan kista artemia dengan cara sebagai berikut :

1. Lepaskan aerasi yang ada didalam wadah penetasan.
2. Lakukan penutupan wadah penetasan pada bagian atas dengan menggunakan plastik hitam agar *Artemia* yang menetas akan berkumpul pada bagian bawah wadah penetasan. *Artemia* mempunyai sifat fototaksis positif yang akan bergerak menuju sumber cahaya.
3. Diamkan beberapa lama (kurang lebih 15 – 30 menit) sampai seluruh kista yang telah menetas berkumpul didasar wadah.
4. Lakukan penyedotan dengan selang untuk mengambil *Artemia* yang telah menetas dan ditampung dengan kain saringan yang diletakkan didalam wadah penampungan.
5. Bersihkan *Artemia* yang telah dipanen dengan menggunakan air tawar yang bersih dan siap untuk diberikan kepada larva/benih ikan konsumsi/ikan hias.

Untuk menghitung kepadatan *Artemia* pada saat akan dilakukan pemanenan, dapat dilakukan tanpa menggunakan alat pembesar atau mikroskop. *Artemia* diambil dari dalam wadah, yang telah diaerasi agak besar sehingga *Artemia* merata berada di seluruh kolom air, dengan memakai gelas piala volume 100 ml. *Artemia* dan air di dalam gelas piala selanjutnya dituangkan secara perlahan-lahan sambil dihitung jumlah *Artemia* yang keluar bersama air.

Apabila jumlah *Artemia* yang ada sangat banyak, maka dari gelas piala 100 ml dapat diencerkan, caranya adalah dengan menuangkan ke dalam gelas piala 1000 ml dan ditambah air hingga volumenya 1000 ml.Dari gelas 1000 ml, lalu diambil sebanyak 100 ml. Artemia yang ada dihitung seperti cara diatas, lalu kepadatan di dalam wadah

budidaya dapat diketahui dengan cara mengalikan 10 kali jumlah didalam gelas 100 ml. Sebagai contoh, apabila di dalam gelas piala 100 ml terdapat 200 ekor Artemia, maka kepadatan *Artemia* diwadah budidaya adalah 10 X 200 ekor = 2000 individu per 100ml**.**

Artemia yang sudah dipanen tersebut dapat tidak secara langsung diberikan pada larva dan benih ikan hias yang dibudidayakan tetapi dilakukan penyimpanan. Cara penyimpanan *Artemia* yang dipanen berlebih dapat dilakukan pengolahan *Artemia* segar menjadi beku . Proses tersebut dilakukan dengan menyaring *Artemia* dengan air dan Artemianya saja yang dimasukkan dalam wadah plastik dan disimpan didalam lemari pembeku (Freezer).

Mutu dari kista *Artemia salina* yang dijual dipasaran sangat ditentukan dari derajat penetasan kista artemia tersebut. Oleh karena itu untuk mengetahui apakah kista tersebut cukup baik untuk dijadikan benih pada saat budidaya artemia salina di tambak garam maka harus dihitung terlebih dahulu derajat penetasan kista tersebut. Rumus yang dipergunakan untuk menghitung derajat penetasan kista artemia yang sudah ditetaskan adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase penetasan(Hatching Persentase)} = \frac{N}{C} \times 100\%$$

Dimana :

N : jumlah nauplius yang menetas

C : jumlah kista yang ditebar

Jumlah kista yang ditebarkan dapat dihitung dari padat penebaran kista yang ditetaskan dikali dengan jumlah kista artemia pergram. Jumlah kista artemia per gram berdasarkan hasil perhitungan berkisar antara 260.000 –

300.000 butir kista pergram. Sedangkan jumlah nauplius yang menetas dapat dihitung seperti pernyataan di alinea sebelumnya.

Penebaran Benih

Benih yang akan ditebarkan pada tambak budidaya *Artemia salina* adalah nauplii *Artemia* yang berasal dari kista yang telah diteteskan dengan cara dekapsulasi. Untuk penebaran sebaiknya digunakan nauplii instar I, karena instar yang lebih tinggi lebih peka terhadap perubahan salinitas. Penebaran kista sebaiknya dilakukan pada sore hari dengan kepadatan 200 nauplii/liter dilakukan sore hari dengan kepadatan 200 nauplii/liter. (Dirjen Perikanan Budidaya, 2003)

Berdasarkan hasil pengamatan di Jepara benih yang terbaik adalah nauplii yang baru menetas pada stadium satu. Nauplius yang ditebar di tambak garam tersebut akan mengalami pertumbuhan dan terjadi perkembangbiakan. Oleh karena itu, selama dalam pemeliharaan harus dilakukan pemantauan perkembangbiakan artemia di tambak garam.

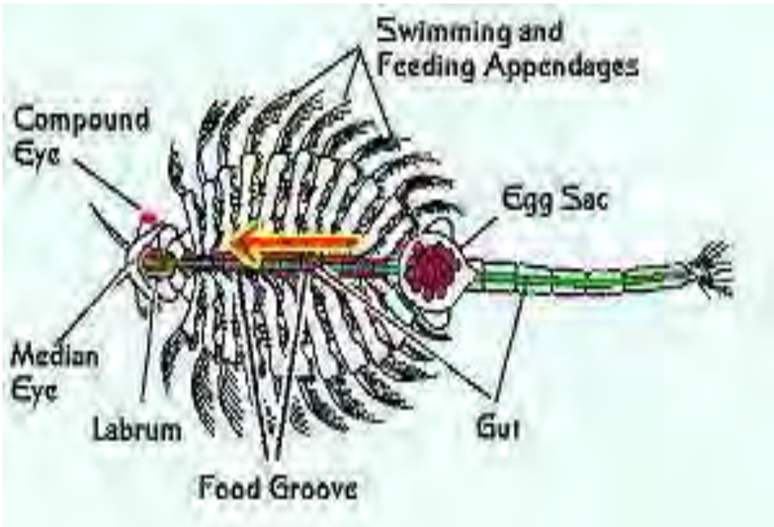
Pemeliharaan Artemia salina

Artemia yang dipelihara didalam tambak garam untuk tumbuh dan berkembangbiak harus terdapat makanan yang dapat dikonsumsi oleh artemia tersebut. Oleh karena itu harus dilakukan penumbuhan makanan alami untuk artemia tersebut dengan cara melakukan pemupukan secara kontinu dengan menggunakan pupuk organik atau anorganik sebanyak 10% dari dosis awal pemupukan dan dilakukan inokulasi pakan alami. Makanan *Artemia* diperairan alami adalah material partikel detritus organik dan organisme hidup seperti algae mikroskopik dan bakteri.

Selama pemeliharaan nauplii ditambak garam harus dilakukan penumbuhan pakan alami dan juga dapat diberikan pakan tambahan berupa dedak yang diperkaya dengan vitamin dan mineral atau bungkil kelapa, silase ikan maupun tepung terigu. Selain itu pada tambak pemeliharaan *Artemia*juga dapat diberikan pakan tambahan berupa bungkil kelapa yang sebelumnya (2 jam) direndam baru diberikan dengan cara menebarkannya secara merata pada tambak budidaya.Pemberian bungkil kelapa di Jepara menggunakan dosis 10 g/m3 air. Pemberian pakan dilakukan sebanyak dua kali dalam sehari, disebar secara merata ke seluruh permukaan air. Kepadatan pakan alami di tambak pemeliharaan harus dipantau dengan cara melakukan pemeriksaan kecerahan di tambak (sebaiknya transparansi adalah 25 cm) dan dilakukan pemupukan secara reguler.

Budidaya *Artemia* dapat dilakukan pada lokasi yang memiliki salinitas cukup tinggi yaitu lebih dari 50 promill, menurut hasil penelitian salinitas ditambak budidaya artemia pada saat penebaran nauplii artemia adalah 70 ppt dan untuk menghasilkan kista dengan hasil yang optimum dibutuhkan salinitas antara 120 – 140 ppt sedangkan peningkatan salinitas hingga 150 ppt akan menghasilkan produktivitas telur menjadi menurun. Oleh karena itu,pada tambak budidaya artemia setelah dilakukan penebaran nauplii *Artemia* salinitas tambak secara bertahap terus ditingkatkan dari 70 ppt menjadi 80 ppt terus secara bertahap dinaikkan sampai menjadi 120 – 140 ppt.

Pada umur 16 hari setelah pemeliharaan umumnya induk betina *Artemia* sudah terdapat telur. Karena *Artemia* yang dipelihara didalam tambak garam akan menjadi dewasa setelah berumur dua minggu. Induk *Artemia* yang telah dewasa akan mengalami proses reproduksi secara seksual atau biseksual. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Induk Betina *Artemia salina*

Setelah 20 hari pemeliharaan pada permukaan air tambak sudah mulai terlihat kista. Produksi kista pada umumnya terus meningkat dan terjadi penurunan sesaat dan terus meningkat lagi. Berdasarkan pengamatan siklus hidup dan perkembangbiakan *Artemia* diketahui bahwa umur hidup *Artemia* adalah 50 hari, jika sudah mencapai umur tersebut maka *Artemia* akan mati. Hal ini jelas terlihat pada permukaan air tambak setelah dua bulan pemeliharaan akan terlihat induk artemia yang mengapung/mengambang dan bisa diambil untuk diberikan pada ikan. Biomassa *Artemia* dapat langsung diberikan kepada udang yang disesuaikan dengan ukurannya atau disimpan dalam bentuk segar (dalam freezer) maupun dikeringkan untuk dibuat tepung *Artemia*.

Agar proses budidaya *Artemia salina* berkesinambungan harus dilakukan peremajaan biomassa setelah dua bulan pemeliharaan dengan cara

menurunkan kadar garam hingga 80 ppt sehingga tidak akan terbentuk kista namun akan berkembangbiak menjadi nauplii.

Pemanenan Kista *Artemia salina*

Pemanenan kista diharapkan mulai berlangsung pada akhir minggu ketiga setelah penebaran. Kista yang telah dilepaskan dan mengumpul di tepi petakan, dipanen dengan menggunakan seser dari bahan nilon berukuran mata 150 mikron meter. Pemanenan dapat dilakukan setiap hari dan waktu yang terbaik untuk melakukan pemanenan kista adalah pada pagi dan sore hari. Biasanya kista akan mengambang pada permukaan air pada bagian sudut tambak sehingga sangat memudahkan untuk melakukan pemanenan. Kista yang mengambang disudut petakan tambak tersebut dilakukan pemanenan dengan cara menggunakan gayung atau serok halus. Pada umumnya kista yang dipanen tersebut bercampur dengan kotoran atau binatang kecil. Oleh karena itu dilakukan upaya untuk menghilangkan kista dari kotoran. Cara yang dilakukan untuk memisahkan kista dari kotoran (debris) adalah dengan cara merendam kista dalam wadah botol terbalik, dan kemudian dilakukan siphon (penyedotan). Selanjutnya kista disimpan dalam *Brine water* (direndam dalam air bersalinitas tinggi yaitu lebih dari 200 ppt). Penyimpanan tersebut dilakukan penggantian air setiap 7 hari (DirjenPerikanan,2003).

Prosesing Kista/Penanganan Pasca Panen

Penanganan pasca panen terdiri atas pencucian, penyimpanan, pengepakan dan pengangkutan. Untuk pencucian dan pembersihan dari kotoran, kista *Artemia* dilewatkan tiga seri saringan bermata 700; 350 dan 100 mikron meter. Saringan 700 mikron meter ditujukan untuk memisahkan kotoran berukuran besar, sedangkan saringan 350 mikron

meter untuk kotoran yang lebih kecil. Pencucian tersebut dapat dilakukan di lapangan sehingga kotoran yang berukuran lebih dari 350 mikron meter dan kurang dari 100 mikron meter dapat terbuang.

Pencucian kemudian dilanjutkan dengan merendam kista *Artemia* dalam larutan garam jenuh untuk membersihkan dari kotoran yang masih tinggal. Kotoran yang tertinggal (biasanya lumpur) akan tenggelam, sementara kista *Artemia* mengapung dalam larutan larutan garam, sehinggga mudah memisahkannya. Kista *Artemia* kemudian disimpan dengan cara merendamnya dalam larutan garam jenuh yang bersih (salinitas 150 permil). dan disimpan dalam wadah tertutup. Pada tahap ini, kista artemia akan terdehidrasi, yaitu mengganti sisa air dengan air garam.

Setelah 24 jam, air garam diganti dan kista dapat disimpan selama sebulan. Disarankan, air garam diganti setelah dua minggu, dan kista diaduk beberapa kali selama penyimpanan. Untuk tujuan yang tidak terlalu jauh , *Artemia* dapat didistribusikan secara basah dalam larutan garam jenuh seperti ini.

Pengepakan dapat dilakukan secara sederhana menggunakan kantong plastik kapasitas 1 kg. Setelah kista dimasukkan ke dalam kantong, udara dalam kantong dikeluarkan dengan cara meremasnya keluar, kemudian kantong diikat erat dengan karet. Kantong plastik dirangkap dengan cara yang sama. (Dirjen Perikanan, 2003).

Pengolahan kista *Artemia salina* yang telah dipanen biasanya dilakukan dengan cara kista yang telah di simpan di air garam tersebut selanjutnya di cuci dengan air tawar sampai garamnya lepas kemudian ditiriskan. Kista yang telah ditiriskan tersebut selanjutnya dilakukan pengeringan dengan menggunakan alat penering dengan suhu kurang dari 37,2 derajat celcius. Kista yang sudah kering selanjutnya bisa dikemas dalam wadah kaleng

dengan kista hampa menggunakan vaccum sealer atau dengan mempergunakangas Nitrogen yang selanjutnya di sealer.

Artemia yang dijual dipasaran merupakan hasil budidaya atau eksploitasi dari alam yang dikemas dalam kemasan kaleng dengan berat rata-rata 450 gram. Telur *Artemia* yang berasal dari laut atau tambak ini dipanen dengan menggunakan seser, kemudian dibersihkan dari kotoran-kotoran yang melekat. Kista yang berisi embrio akan mengapung dipermukaan air. Kemudian kista tersebut dikeringkan dibawah sinar matahari atau dengan alat pengering/oven dengan suhu sebaiknya tidak lebih dari 40^{o}C . pengeringan didalam alat pengering ini dilakukan selama tiga jam sampai kadar air dari kista tersebut kurang dari 10% agar tahan lama dalam penyimpanan. Lama penyimpanan kista artemia jika dilakukan pengemasan dengan kaleng tanpa udara atau kantong plastik berisi gas Nitrogen adalah lima tahun.

Budidaya Benthos

Benthos adalah organisme yang hidup di dasar perairan. Saat ini ada banyak berbagai macam organisme yang termasuk ke dalam kelompok benthos, tetapi sampai saat ini yang banyak dipergunakan untuk pakan ikan konsumsi dan ikan hias hanya dua macam yaitu cacing rambut (*Tubifex* sp) dan cacing darah (*Chironomus* sp). *Tubifex* sp sudah dapat dibudidayakan secara massal.Cacing rambut sangat banyak diberikan untuk ikan hias dan ikan konsumsi karena mengandung nutrisi yang cukup tinggi untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan yang dibudidayakan.

Dalam membudidayakan cacing rambut prosedur yang dilakukan hampir sama dalam membudidayakan pakan alami sebelumnya. Kegiatan

budidaya cacing rambut ini dimulai dari persiapan peralatan dan wadah, penyiapan media kultur, penanaman bibit, pemberian pupuk susulan, pemantauan pertumbuhan dan pemanenan cacing rambut. Oleh karena itu semua kegiatan tersebut akan diuraikan didalam buku ini.

Peralatan dan wadah yang dapat digunakan dalam mengkultur pakan alami *Tubifex* ada beberapa macam. Jenis-jenis wadah yang dapat digunakan antara lain adalah bak plastik, bak semen, tanki plastik, bak beton, bak fiber ,kolam tanah dan saluran air. Sedangkan peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan budidaya *Tubifex* antara lain adalah selang air, timbangan, saringan halus/seser, ember,gayung.

Pemilihan wadah yang akan digunakan dalam membudidayakan *Tubifex* sangat bergantung kepada tujuannya. Wadah yang terbuat dari bak semen, bak beton, bak fiber dan tanki plastik biasanya digunakan untuk membudidayakan *Tubifex* secara selektif yaitu membudidayakan pakan alami ditempat terpisah dari ikan yang akan mengkonsumsi pakan alami.

Pada budidaya tubifex fungsi aerator dapat digantikan dengan mengalirkan air secara kontinue ke dalam wadah pemeliharaan. Debit air yang masuk ke dalam wadah pemeliharaan adalah 900 ml/menit. Selang air digunakan untuk memasukkan air bersih dari tempat penampungan air ke dalam wadah budidaya. Peralatan ini digunakan juga untuk mengeluarkan kotoran dan air pada saat dilakukan pemeliharaan. Dengan menggunakan selang air akan memudahkan dalam melakukan penyiapan wadah sebelum digunakan untuk budidaya.

Peralatan lain yang dibutuhkan dalam membudidayakan *Tubifex* adalah timbangan, saringan halus atau seser, ember dan gayung. Timbangan sangat dibutuhkan untuk menimbang jumlah pupuk yang dipergunakan

dan jumlah bibit yang akan di tebar. Seser dipergunakan untuk membantu dalam proses pencucian bibit *Tubifex* dari lumpur yang melekat dan memudahkan dalam melakukan pemanenan. Ember dan gayung sebagai peralatan sederhana yang dibutuhkan dalam menyiapkan wadah dan media budidaya *Tubifex.*

Setelah berbagai macam peralatan dan wadah yang digunakan dalam membudidayakan pakan alami *Tubifex* diidentifikasi dan dijelaskan fungsi dan cara kerjanya , langkah selanjutnya adalah melakukan persiapan terhadap wadah tersebut.

Wadah budidaya yang telah diairi dapat digunakan untuk memelihara *Tubifex*. Air yang dimasukkan ke dalam wadah budidaya harus bebas dari kontaminan seperti pestisida, deterjen dan Chlor. Ke dalaman media didalam wadah budidaya yang optimum adalah 10 cm dan maksimum adalah 20 cm. Ke dalaman media dalam wadah budidaya berdasarkan habitat asli di alamnya, *Tubifex* hidup pada daerah yang mengandung lumpur dengan distribusi pada daerah permukaan substrat pada ke dalaman tertentu. Berdasarkan hasil peneletian *Tubifex* yang berukuran juwana dengan berat kurang dari 0,1 mg umumnya terdapat pada ke dalaman 0 – 2 cm, cacing muda yang mempunyai berat 0,1 – 5,0 mg pada ke dalaman 0 – 4 cm, sedangkan cacing dewasa yang mempunyai berat 5,0 mg pada ke dalaman 2 – 4 cm.

Media seperti apakah yang dapat digunakan untuk tumbuh dan berkembang pakan alami *Tubifex* ?*Tubifex* merupakan hewan air yang hidup diperairan tawar subtropik dan tropik baik di daerah danau, sungai dan kolam-kolam. Berdasarkan habitat alaminya pakan alami *Tubifex* ini merupakan organisme yang hidup didasar perairan yang banyak mengandung detritus dan mikroorganik lainnya. *Tubifex* ini biasanya dapat

hidup pada perairan yang banyak mengandung bahan organik. Bahan organik yang terdapat didalam perairan biasanya berasal dari dekomposisi unsur hara. Unsur hara ini dialam diperoleh dari hasil dekomposisi nutrien yang ada didasar perairan. Untuk melakukan budidaya pakan alami diperlukan unsur hara tersebut didalam media budidaya. Unsur hara yang dimasukkan ke dalam media tersebut pada umumnya adalah pupuk.

Pupuk yang terdapat dialam ini dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan, sisa tanaman, limbah rumah tangga. Sedangkan pupuk anorganik adalah pupuk yang berasal dari bahan kimia dasar yang dibuat secara pabrikasi atau yang berasal dari hasil tambang, seperti Nitrat, Fosfat (Duperfosfat/DS, Triple Superfosfat/ TSP, Superphosphat 36, Fused Magnesium Phospate/FMP), Silikat, Natrium, Nitrogen (Urea, Zwavelzure Amoniak/ZA, Amonium Nitrat, Amonium Sulfanitrat) dan lain-lain.

Jenis pupuk yang dapat digunakan sebagai sumber unsur hara pada media kultur pakan alami *Tubifex* adalah pupuk organik dan anorganik. Pemilihan antara kedua jenis pupuk tersebut sangat bergantung kepada ketersediaan pupuk tersebut dilokasi budidaya, dan kedua jenis pupuk tersebut dapat digunakan sebagai sumber unsur hara.

Jenis pupuk organik yang biasa digunakan adalah pupuk kandang, pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari campuran antara kotoran hewan dengan sisa makanan dan alas tidur hewan tersebut. Campuran ini telah mengalami pembusukan sehingga sudah tidak berbentuk seperti semula. Pupuk kandang yang akan dipergunakan sebagai pupuk dalam media kultur pakan alami adalah pupuk kandang yang telah kering. Mengapa pupuk kandang yang digunakan harus yang kering ? Pupuk kandang yang

telah kering sudah mengalami proses pembusukan secara sempurna sehingga secara fisik seperti warna, rupa, tekstur, bau dan kadar airnya tidak seperti bahan aslinya.

Pupuk kandang ini jenisnya ada beberapa macam antara lain adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan sapi, kerbau, kelinci, ayam, burung dan kuda. Dari berbagai jenis kotoran hewan tersebut yang biasa digunakan adalah kotoran ayam dan burung puyuh. Kotoran ayam dan burung puyuh yang telah kering ini digunakan dengan dosis sesuai kebutuhan.

Pupuk yang dimasukkan ke dalam media kultur pakan alami berfungsi untuk menumbuhkan bakteri, fungi, detritus dan beragam phytoplankton sebagai makanan utama *Tubifex*. Dengan tumbuhnya pakan *Tubifex* di dalam media kultur maka pakan alami yang akan dipelihara didalam wadah budidaya tersebut akan tumbuh dan berkembang.

Berapakah dosis pupuk yang harus ditebarkan ke dalam media kultur pakan alami *Tubifex* ? Berdasarkan pengalaman beberapa pembudidaya dosis yang digunakan untuk pupuk kandang dari kotoran ayam sebanyak 50% dari jumlah media yang akan dibuat. Jika jumlah media yang dibuat sebanyak 500 gram maka jumlah pupuknya adalah 250 gram. Kemudian pupuk tersebut dimasukkan ke dalam wadah budidaya dicampur dengan lumpur kolam dengan perbandingan satu banding satu. Pupuk tersebut akan berproses didalam media dan akan tumbuh mikroorganisme sebagai makanan utama dari *Tubifex*. Waktu yang dibutuhkan oleh proses dekomposisi pupuk didalam media kultur pakan alami *Tubifex* ini berkisar antara 2-7 hari. Setelah itu baru bisa dilakukan penebaran bibit *Tubifex*ke dalam media kultur.

Selama dalam pemeliharaan harus terus dilakukan pemupukan susulan seminggu sekali dengan dosis 9% pemupukan awal. Berdasarkan hasil penelitian Yuherman (1987) pemupukan susulan dengan dosis 75% dari pemupukan awal setelah 10 hari inokulasi dapat memberikan pertumbuhan yang optimal pada *Tubifex*. Pakan alami *Tubifex* mempunyai siklus hidup yang relatif singkat yaitu 50 – 57 hari. Oleh karena itu agar pembudidayaannya bisa berlangsung terus harus selalu diberikan pemupukan susulan. Dalam memberikan pemupukan susulan ini caranya hampir sama dengan pemupukan awal dan ada juga yang memberikan pemupukan susulannya dalam bentuk larutan pupuk yang dicairkan.

Parameter kualitas air didalam media kultur pakan alami *Tubifex* juga harus dilakukan pengukuran. Tubifex akan tumbuh dan berkembang pada media kultur yang mempunyai kandungan Oksigen terlarut berkisar antara 2,75 – 5 ppm dan jika kandungan oksigen terlarut > 5 ppm dapat meningkatkan pertumbuhan *Tubifex*, kandungan amonia < 1 ppm, suhu air berkisar antara 28 – 30 ^{o}C dan pH air antara 6 – 8.

Ada beberapa langkah yang harus dilakukan sebelum melakukan inokulasi bibit pakan alami ke dalam media kultur yaitu pertama melakukan identifikasi jenis bibit pakan alami *Tubifex*, kedua melakukan seleksi terhadap bibit pakan alami *Tubifex*, ketiga melakukan inokulasi bibit pakan alami sesuai dengan prosedur .

Setelah dapat membedakan antara individu *Tubifex* yang bertelur, anak, remaja dan dewasa maka selanjutnya adalah memilih individu yang dewasa sebagai calon bibit yang akan ditebarkan ke dalam media kultur. Jumlah bibit yang akan ditebarkan ke dalam media kultur sangat bergantung kepada volume media kultur . Padat penebaran bibit yang akan

diinokulasi ke dalam media kultur biasanya adalah 2 gram permeter persegi.

Cara yang dilakukan dalam melakukan inokulasi adalah dengan menebarkannya secara hati-hati ke dalam media kultur sesuai dengan padat tebar yang telah ditentukan. Penebaran bibit *Tubifex* ini sebaiknya dilakukan pada saat suhu perairan tidak terlalu tinggi yaitu pada pagi dan sore hari.

Setelah dilakukan penebaran bibit didalam media pemeliharaan harus dilakukan pemupukan susulan. Pemupukan susulan adalah pemupukan yang dimasukkan ke dalam media kultur selama pemeliharaan pakan alami *Tubifex* dengan dosis 9 % dari dosis pemupukan pertama yang sangat bergantung kepada kondisi media kultur. Pemupukan tersebut sangat berguna bagi pertumbuhan detritus, fungi dan bakteri yang merupakan makanan utama dari pakan alami *Tubifex*.

Fungsi utama pemupukan susulan adalah untuk menumbuhkan pakan yang dibutuhkan oleh *Tubifex* agar tumbuh dan berkembang. Berdasarkan kebutuhan pakan bagi *Tubifex* tersebut maka prosedur yang dilakukan dalam memberikan pemupukan susulan ada dua cara . Pertama adalah dengan menebarkan secara merata ke dalam media pemeliharaan sejumlah pupuk yang sudah ditimbang sesuai dengan dosis pemupukan susulan. Kedua adalah dengan cara membuat larutan pupuk didalam wadah yang terpisah dengan wadah budidaya, larutan pupuk tersebut dialirkan keseluruh permukaan media pemeliharaan ,dengan dosis yang telah ditentukan.

Frekuensi pemupukan susulan ditentukan dengan melihat sample air didalam media kultur , parameter yang mudah dilihat adalah jika warna

media pemeliharaan sudah terang didalam media kultur. Hal ini dapat dilihat dari warna air media yang berwarna keruh atau warna teh bening. Jika hal tersebut terjadi segera dilakukan pemupukan susulan. Jenis pupuk yang digunakan sama dengan pemupukan awal.

Mengapa pertumbuhan populasi pakan alami *Tubifex* harus dipantau ? Kapan waktu yang tepat dilakukan pemantauan populasi pakan alami *Tubifex* yang dibudidayakan didalam media kultur ? Bagaimana kita menghitung kepadatan populasi pakan alami *Tubifex* didalam media kultur ? Mari kita jawab pertanyaan-pertanyaan tersebut dengan mempelajari buku ini selanjutnya. Didalam buku ini akan diuraikan secara singkat tentang pertumbuhan *Tubifex*, menghitung kepadatan populasi dan waktu pemantauannya.

Tubifex yang dipelihara dalam media kultur yang tepat akan mengalami pertumbuhan yang cepat. Secara biologis *Tubifex* akan tumbuh dewasa pada umur 40 – 45 hari, jika pada saat inokulasi yang ditebarkan adalah bibit *Tubifex* yang dewasa maka dalam waktu sepuluh sampai duabelas hari bibit *Tubifex* tersebut sudah mulai bertelur pada media yang mempunyai suhu 24 – 25 ^{o}C. Jumlah telur yang dikeluarkan dari satu induk *Tubifex* sangat bergantung kepada jumlah kokon yang dihasilkan pada setiap induk. Kokon ini akan terbentuk pada salah satu segmen tubuh induk *Tubifex*. Daur hidup *Tubifex* adalah 50 – 57 hari dan *Tubifex* menjadi dewasa dalam waktu empat puluh hari, sehingga bisa diperhitungkan prediksi populasi Tubifex didalam media kultur.

Berdasarkan siklus hidup *Tubifex* maka kita dapat menentukan waktu yang tepat untuk dilakukan pemanenan sesuai dengan kebutuhan larva atau benih ikan yang akan mengkonsumsi pakan alami *Tubifex*. Ukuran *Tubifex* yang dewasa dan anak-anak berbeda oleh karena itu perbedaan ukuran

tersebut sangat bermanfaat bagi ikan yang akan mengkonsumsi dan disesuaikan dengan ukuran bukaan mulut larva.

Pemantauan pertumbuhan pakan alami *Tubifex* di media kultur harus dilakukan agar tidak terjadi kapadatan populasi yang mengakibatkan tingkat kematian yang tinggi didalam media. Hal tersebut diakibatkan oleh kurangnya oksigen didalam media kultur. Tingkat kepadatan populasi yang maksimal didalam media kultur adalah 30 – 50 gram permeterpersegi, walaupun ada juga yang mencapai kepadatan 120 – 150 gram permeterpersegi.

Untuk mengukur tingkat kepadatan populasi *Tubifex* didalam media kultur dilakukan dengan cara sampling beberapa titik dari media, minimal tiga kali sampling. Sampling dilakukan dengan cara mengambil air media kultur yang berisi Tubifex dengan menggunakan baker glass atau erlemeyer. Hitunglah jumlah *Tubifex* yang terdapat dalam botol contoh tersebut, data tersebut dapat dikonversikan dengan volume media kultur.

Pemanenan pakan alami *Tubifex* dapat dilakukan setelah pemeliharaan selama dua bulan setelah itu pemanenen dapat dilakukan setiap dua minggu biasanya jumlah yang dipanen adalah kurang dari 50% . Pemanenan *Tubifex* dapat juga dilakukan seminggu sekali atau dua minggu sekali sangat bergantung kepada kelimpahan populasi *Tubifex* di dalam media kultur. Pada saat pemanenan sebaiknya wadah budidaya *Tubifex* tersebut ditutup terlebih dahulu selama 6 jam untuk memudahkan pemanenan, karena dengan penutupan selama 6 jam *Tubifex* akan keluar secara perlahan-lahan dari lumpur tempatnya bersembunyi membenamkan sebagian tubuhnya tersebut.

Untuk menghitung kepadatan *Tubifex* pada saat akan dilakukan pemanenan, dapat dilakukan tanpa menggunakan alat pembesar atau mikroskop. *Tubifex* diambil dari dalam wadah pemeliharaan dan ditimbang jumlah *Tubifex* yang diambil setelah itu dapat dihitung jumlah individu pergramnya dengan melakukan perhitungan matematis.

Pemanenan *Tubifex* dapat dilakukan berdasarkan siklus reproduksinya, dimana *Tubifex* akan menjadi dewasa pada umur empat puluh sampai empat puluh lima hari dan dapat bertelur setelah sepuluh sampai duabelas hari, maka dapat dipredeksi kepadatan populasi *Tubifex* didalam media kultur jika padat tebar awal dilakukan pencatatan. *Tubifex* dapat berkembang biak tanpa kawin dan usianya relatif singkat yaitu 50–57 hari.

Pemanenan dapat dilakukan pada hari ke limapuluh sampai limapuluh tujuh jika populasinya sudah mencukupi, pemanenan tersebut dilakukan dengan cara menggunakan seser halus. Waktu pemanenan dilakukan pada pagi hari disaat matahari terbit, pada waktu tersebut Tubifex akan banyak mengumpul dibagian permukaan media untuk mencari sinar. Dengan tingkahlakunya tersebut akan sangat mudah bagi para pembudidaya untuk melakukan pemanenan. *Tubifex* yang baru dipanen tersebut dapat digunakan langsung untuk konsumsi larva atau benih ikan.

Tubifex yang sudah dipanen tersebut dapat tidak secara langsung diberikan pada larva dan benih ikan hias yang dibudidayakan tetapi dilakukan penyimpanan. Cara penyimpanan *Tubifex* yang dipanen berlebih dapat dilakukan pengolahan Tubifex segar menjadi beku. Proses tersebut

dilakukan dengan menyaring *Tubifex* dengan air dan *Tubifex*yang telah bersih saja yang dimasukkan dalam wadah plastik dan disimpan didalam lemari pembeku (Freezer).

Untuk melakukan budidaya *Tubifex* secara skala kecil dapat dilakukan dengan menggunakan wadah yang terbuat dari bak plastik dengan langkah kerja sebagai berikut :

1. Pembuatan wadah budidaya dengan menggunakan bak kayu yang terbuat dari kayu yang dilapisi plastik dengan ukuran misalnya 100 cm X 50 cm X 10 cm.
2. Masukkan media ke dalam wadah budidaya *Tubifex* dengan kedalaman media 5 cm, media ini terbuat dari lumpur dan pupuk kandang dengan perbandingan lumpur dan pupuk kandang adalah 1 : 1.
3. Masukkan air ke dalam wadah yang telah berisi media tersebut, ke dalaman air dalam wadah budidaya adalah 2 cm dan buatlah sistem air mengalir pada wadah budidaya dengan debit air berkisar 900 ml/menit. Debit air yang optimal adalah 930 ml/menit. Tubifex tidak akan tumbuh pada wadah dan media yang tidak dialiri air karena pada media tersebut banyak mengandung bahan organik. Perlakuan debit air akan sangat menentukan biomassa cacing rambut yang tumbuh di madia tersebut.
4. Biarkan media tersebut selama 5–7 hari agar terjadi proses pembusukan didalam wadah budidaya dan akan tumbuh detritus dan mikroorganisme lainnya sebagai makanan untuk *Tubifex*.
5. Setelah itu masukkan *Tubifex*ke dalam media tersebut dengan dosis 2 gram permeter persegi.
6. Lakukan pemeliharaan *Tubifex* tersebut dengan melakukan pemupukan susulan dan pemantauan pertumbuhan setiap sepuluh hari sekali.

7. Pemanenan *Tubifex* dapat dilakukan setelah minimal 40 hari pemeliharaan. Berdasarkan hasil penelitian waktu yang tepat untuk melakukan panen *Tubifex* adalah pada hari ke-40, 60, 80, 120, 140 dan 160 setelah pemeliharaan.



Gambar 15. Proses inokulasi bibit *Tubifex* di kolam pemeliharaan

Untuk melakukan kultur massal Tubifex ini banyak para pembudidaya melakukan berbagai percobaan formulasi pupuk yang digunakan untuk memperoleh produktifitas yang maksimal. Antara lain ada yang menggunakan pupuk dengan formulasi dedak halus atau ampas tahu sebanyak 200 – 250 gr/m^2 atau dengan pupuk kandang sebanyak 300 gr/m^2. Selain itu ada juga yang menggunakan pupuk kotoran ayam yang sebelumnya sudah di jemur selama 6 jam untuk menghilangkan kadar amoniak yang terdapat pada kotoran ayam tersebut. Untuk meningkatkan proses penguraian bakteri di dalam media budidaya ditambahkan bakteri EM4 untuk memfermentasi kotoran ayam tersebut dan dibiarkan selama

kurang lebih 2 jam. Campuran kotoran ayam dan bakteri EM 4 tersebut dibiarkan dulu agar terjadi proses fermentasi secara sempurna dengan cara menutup media tumbuh Tubifex tersebut. Langkah selanjutnya media tumbuh dialiri air setinggi 5 cm selama 3-4 hari. Jumlah bibit yang ditebar ke dalam media tanam biasanya berkisar antara 2 gram/ m^2.

Budidaya Cacing Darah

Larva *Chironomus* sp. yang dikenal sebagai cacing darah memiliki kandungan nutrisi tinggi dan pigmen karoten yang penting untuk menunjang keberhasilan budidaya ikan dan udang terutama sebagai ikan hias. Larva *Chironomus* banyak terdapat di perairan yang mengandung bahan organik tinggi sehingga diperlukan pemupukan baik organik maupun anorganik untuk merangsang pertumbuhannya.

Cacing darah telah banyak dikenal sebagai pakan alami, hal ini didukung juga oleh penelitian-penelitian terhadap kadungan nilai gizi yang terdapat pada cacing darah itu sendiri. Hasil analisa menunjukkan bahwa cacing darah mengandung 9,3% bahan kering yang terdiri dari 62,5% protein, 10,4% lemak dan 11,6% abu dengan 15,4% bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN). Kandungan protein larva *Chironomus* yang sangat tinggi mencapai 60% yang dapat dicerna langsung oleh ikan, serta lemak 10% inilah yang mendukung kecepatan pertumbuhan ikan. Selain itu juga larva *Chironomus* mengandung pigmen karoten berupa astaxanthin yang mencerahkan warna pada ikan.

Penelitian tentang cacing darah ini juga dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan produktivitas larva *Chironomus* yang dipelihara dalam air yang mengandung 1,0, 1,5, 2,0 dan 2,5 g kotoran ayam per liter air. Pertumbuhan larva yang dipelihara selama 4 minggu pada media yang

dipupuk menggunakan kotoran ayam sebanyak 1,0; 1,5; 2,0 dan 2,5 gr/l masing-masing mengalami puncak pada minggu ke-3. Populasi terbanyak mencapai 19680 ekor terjadi pada media dengan dosis pemupukan tertinggi. Pertumbuhan panjang maupun berat larva *Chironomus* yang dipelihara dengan pemupukan media yang berbeda tersebut masing-masing tidak berbeda nyata. (Shafrudin, 2012).

Untuk melakukan budidaya cacing darah hampir sama dengan proses budidaya cacing rambut atau *Tubifex*, karena keduanya masuk ke dalam kelompok Benthos yaitu organisme yang sangat membutuhkan bahan organik yang tinggi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya. Wadah yang dapat digunakan untuk membudidayakan cacing darah berupa bak kayu atau bak beton. Ukuran wadah disesuaikan dengan kapasitas produksi. Untuk mengoptimalkan proses budidaya biasanya wadah yang dibuat untuk budidaya berukuran 60 X 60 X 10 cm. Ukuran tersebut boleh dimodifikasi sesuai dengan keinginan pembudidaya. Tetapi yang menjadi acuan adalah ke dalaman airnya sebaiknya tidak lebih dari 20 cm.

Setelah menyiapkan wadah budidaya cacing darah dilakukan penyiapan media tumbuh, media tumbuh cacing darah sama seperti pada budidaya cacing rambut yaitu campuran antara pupuk kandang dan lumpur kolam. Unsur hara yang dipergunakan bisa berbagai macam baik pupuk organik maupun pupuk anorganik. Dari beberapa hasil penelitian yang terbaik untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan cacing darah adalah pupuk kotoran ayam dengan dosis 2,5 gram/liter medium.

Inokulasi bibit adalah menebarkan induk (imago) yang bisa dibeli dari tempat khusus atau ada disekitar kita. Induk jantan dan betina nyamuk *Chironomus* ini akan mengalami perkembangbiakan secara seksual/kawin.Setelah proses pemijahan, induk betina akan meletakkan

massa telurnya di permukaan air yang akan tenggelam ke dasar perairan dan kemudian menetas menjadi larva. Siklus hidup dari telur hingga mencapai dewasa biasanya memakan waktu kurang dari satu minggu atau bahkan lebih dari setahun tergantung jenis spesies dan musim.

Induk *Chironomus* meletakkan telurnya di tempat yang mengeluarkan aroma khas dari proses pembusukan bahan organik. Telur *Chironomus* ini selalu ditemukan pada pagi hari, sehingga dimungkinkan induk meletakkan massa telurnya pada malam hari. Massa telur *Chironomus* berisi 100 sampai 2000 butir telur dan akan menetas dalam waktu 24 sampai 36 jam.

Setelah telur menetas akan keluar larva yang berbentuk memanjang seperti belatung mempunyai panjang tubuh berkisar antara 1 – 100 mm. Kepala cacing darah tersusun atas sklerotin, thorax tidak memiliki pasang kaki, tidak memiliki bakal sayap, abdomen 8 – 10 ruas. Larva *Chironomus* mempunyai habitat akuatik dan bersifat saprofog atau dentrivor, ada beberapa jenis yang hidup dan membuat suatu tempat berbentuk tabung yang biasa ditemukan di dasar kolam atau bak air. Imago sebagian besar bersifat *nocturnal*, banyak ditemukan di sekitar cahaya. Larva akan hidup hingga 1 – 2 minggu yang kemudian akan berubah menjadi pupa. Sebelum masa inilah larva *Chironomus* atau dikenal juga sebagai cacing darah biasa dipanen sebagai pakan alami ikan. Setelah beberapa hari menjadi pupa, *Chironomus* akan keluar dari pupanya menjadi *Chironomus* dewasa yang berupa nyamuk pemakan nectar. *Chironomus* dewasa sendiri hanya bertahan hidup sekitar 2 – 3 hari.

Larva *Chironomus*yang dipergunakan sebagai pakan alami akan dilakukan pemanenan beberapa hari setelah telur menetas menjadi larva. Pada stadia larva inilah yang dipergunakan sebagai pakan alami ikan konsumsi dan

ikan hias. Pemanenan dilakukan pada pagi atau sore hari karena pada waktu tersebut larva *Chironomus* akan munculkepermukaan dan memudahkan untuk melakukan pemanenan. Larva *Chironomus* yang dijual dipasaran biasanya dikemas dalam bentuk beku. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Cacing darah beku siap jual

Budidaya Infusoria

Ciliata atau Infusoria merupakan kelas terbesar dari protozoa. Ciliata adalah hewan yang berbulu getar. Ciliata memiliki Silia yang berfungsi untuk bergerak, menangkap makanan dan untuk menerima rangsangan dari lingkungan. Ukuran silia lebih pendek dari flagel.Ciliata memiliki 2 inti sel (nukleus), yaitu makronukleus (inti besar) yang mengendalikan fungsi hidup sehari-hari dengan cara mensisntesis RNA, juga penting untuk reproduksi aseksual, dan mikron meterukleus (inti kecil) yang dipertukarkan pada saat konjugasi untuk proses reproduksi seksual. Pada ciliata juga ditemukan vakuola kontraktil yang berfungsi untuk menjaga

keseimbangan air dalam tubuhnya. Di samping itu terdapat vakuola makanan untuk mencerna dan mengedarkan makanan, serta vakuola berdenyut untuk mengeluarkan sisa makanan. Banyak ditemukan hidup di laut maupun di air tawar. Mempunyai bentuk tubuh yang tetap, dan oval. . Cilliata ada yang hidup bebas dan adapula yang parasit. Contoh yang hidup bebas adalah *Paramecium caudatum* dan yang parasit adalah *Nyctoterus ovalis* yang hidup di dalam usus kecoa serta *Balantidium coli* parasit pada babi dan dapat menyebabkan penyakit balantidiosis (disentri balantidium).Dari beberapa anggota Cilliata, anggota Ciliata yang terkenal adalah *Paramecium caudatum*.

Paramecium caudatum melakukan pertukaran oksigen dengan jalan difusi. Infusoria merupakan salah satu anggota filum protozoa yang termasuk ke dalam subkekas ciliaata, yaitu hewan -hewan bersel satu yang di lengkapi dengan bulu – bulu getar (silia). lnfusoria merupakan pakan alami yang sangat cocok untuk larva ikan hias maupun ikan konsumsi pada awal kehidupannya. Jasad renik ini berukuran sangat kecil, hanya sekitar 0,04 – 0,1 mm. Infusoria sering berkelompok sehingga mudah dilihat. Gerombolan Infusoria berwarna putih bagaikan susu. Pemberiannya dapat dilakukan hingga benih berumur 3 bulan.

Proses budidaya Infusoria ini sangat mudah dimana spesies ini dapat tumbuh pada media yang mengandung bahan organik tinggi. Bagi pembudidaya yang akan memelihara Infusoria dapat membuat media tumbuhnya dengan memasukkan daun yang mudah hancur(daun kol, seledri, talas dan lainnya) ke dalam panci berisi air tawar. Usahakan agar seluruh daun tersebut terendam dalam air. Rebus semua bahan tersebut hingga mendidih selama 10 – 15 menit. Lakukan penyaringan, cairan yang dihasilkan , digunakan sebagai media pertumbuhan Infusoria. Bibit Infusoria diambil dari sungai, kolam atau persawahan dan tuangkan ke

media pertumbuhan sebanyak 2 – 3 sendok. Simpanlah media tersebut dalam keadaan terbuka selama 2 – 3 hari. Bila kondisi lingkungan mendukung, setelah 2 – 3 hari akan terlihat pertumbuhan Infusoria yang ditandai dengan munculnya lapisan putih seperti awan dipermukaan air. Lapisan putih itulah yang merupakan jutaan Infusoria yang tidak bisa dilihat dengan mata bila hanya sendiri. Umur Infusoria hanya tujuh hari.Setelah tujuh hari, Infusoria harus di kultur lagi. Oleh karena itu dalam pemeliharaan Infusoria harus dilakukan pemupukan ulang pada media budidaya agar bahan organik sebagai makanan utama Infusoria tetap ada dan Infusoria akan terus berkembangbiak sesuai kebutuhan.

Pemanenan Infusoria dapat dilakukan dengan mempergunakan pisau atau daun pisang untuk mengambil lapisan putih agak keruh tersebut. lnfusoria dapat langsung diberikan kepada larva atau benih ikan**.**

Pembibitan Infusoria dengan perebusan

a. Menyiapkan wadah yang bersih dan kering (toples beling)
b. Menyiapkan media pembibitan dengan cara cuci jerami, ambil jerami sebanyak 70 gram lakukan pencucian dan dipotong-potong masukkan dalam panci, tambahkan air sebanyak satu liter lalu direbus selama 15 menit. Selain jerami dapat digunakan batang daun pisang, daun selada, kacang panjang, kacang hijau dan bahan lainnya.
c. Setelah dingin air rebusan disaring dengan kain halus.
d. Lakukan pengenceran menjadi 2 kali (2 liter) dari volume semula.
e. Masukkan bibit Infusoria ke dalam toples dan tutup dengan kain kasa .
f. Simpan toples selama satu minggu ditempat yang teduh/gelap dengan suhu 28 ^{o}C

g. Setelah satu minggu diatas permukaan toples akan terlihat tumpukan berwarna putih, dan inokulum tersebut siap untuk diproduksi secara massal di dalam bak/kolam pemeliharaan.

Kultur Infusoria Secara Masal

a. Lakukan penyiapan kolam atau bak beton ukuran 1 ton atau lebih
b. Lakukan pengisian air (air tawar, air payau, atau air laut) tergantung jenis Infusorianya.
c. Masukkan jerami atau rumput kering ditambah pupuk kandang, pupuk kandang yang digunakan bisa kotoran ayam atau burung yang kering dengan dosis 2,5 gram/liter.
d. Setelah satu minggu maka air media akan ditumbui oleh bakteri, cendawan, plankton, dan ganggang, yang nantinya akan menjadi makanan Infusoria.
e. Untuk mempercepat tumbuhnya Infusoria maka dalam media budidaya dimasukkan bibit Infusoria dari hasil kultur sebelumnya dengan dosis 1/5 volume kultur.
f. Dalam waktu satu minggu Infusoria akan tumbuh padat yang ditandai warna air media berubah menjadi keputih-putihan.
g. Infusoria siap dipanen untuk diberikan benih-benih ikan konsumsi atau ikan hias. Cara panen dengan mengambil air media dengan timba dan airnya disaring dengan seser halus agar kotoran tidak ikut, cara memberikan untuk makanan ikan cukup disiramkan merata ke dalam wadah budidaya.

Budidaya Maggot

Maggot merupakan larva dari serangga *Hermetia illucens* (Diptera, famili: Stratiomydae) atau *Black Soldier* yang dapat mengkonversi material organik menjadi biomassnya. Disamping memiliki potensi sebagai sumber

protein pakan, maggot juga memiliki fungsi sebagai pakan alternatif. Salah satu keunggulan maggot adalah dapat diproduksi sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Sebagai sumber protein hewani, Maggot juga berpotensi untuk mengganti tepung ikan yang semakin langka keberadaannya saat ini. Kandungan protein yang terdapat pada maggot sangat tinggi sehingga maggot sangat baik digunakan untuk mempercepat proses pertumbuhan pada ikan-ikan budidaya

Maggot merupakan organisme yang berasal dari telur *black soldier* yang mengalami metamorfosis pada fase kedua setelah fase telur dan sebelum fase pupa yang kemudian berubah menjadi lalat dewasa. Klasifikasi maggot menurut Anonim (2010) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Order : Diptera

Family : Stratiomyidae

Subfamily : Hermetiinae

Genus : *Hermetia*

Species : *Hermetia illucens*

Hermetia illucens dalam siklus hidupnya tidak hinggap dalam makanan yang langsung dikonsumsi manusia. Dalam usia dewasa makanan utamanya adalah sari bunga, sedangkan pada usia muda makanannya berasal dari cadangan makanan yang ada dalam tubuhnya. Perkembangbiakan dilakukan secara seksual, yang betina mengandung telur, kemudian telur diletakkan pada permukaan yang bersih, namun berdekatan dengan sumber makanan yang cocok untuk larva. Larva kecil sangat memerlukan banyak makanan untuk tumbuh sehingga menjadi

pupa. Sumber makanan yang paling disukai adalah Palm Kernel Meal (PKM) yang sudah terfermentasi. Prospek untuk pengembangan maggot sebagai pakan ikan lebih aman adalah jenis *Hermetia illucens* dan termasuk ke dalam kelompok pakan alami.

Maggot banyak digunakan sebagai pakan pada ikan-ikan air tawar seperti ikan patin, ikan toman, dan ikan arwana. Maggot yang diberikan dapat berupa maggot segar maupun maggot yang telah dihancurkan. Maggot digunakan sebagai bahan baku pakan pengganti tepung ikan. Beberapa keuntungan maggot sebagai pakan ikan yaitu mudah dibudidayakan karena maggot mampu memanfaatkan bahan organik (limbah), dapat dibudidayakan secara massal, mengandung antimikroba, anti jamur, dan tidak membawa penyakit. Maggot mengandung protein yang tinggi yaitu 30-45 %, mengandung asam lemak essensial linoleat dan linolenat (KKP, 2010). Menurut rini *dalam* Koran Jakarta (2010), kandungan protein yang terdapat pada maggot lebih tinggi 20-25 % dibanding pakan buatan. Melihat hal tersebut, penggunaan maggot sebagai pakan ikan cukup menguntungkan karena untuk mendapatkan pakan alami berprotein tinggi dapat dilakukan dengan memproduksi maggot pada media tumbuh yang optimal.

Media tumbuh yang optimal untuk tumbuh dan berkembangnya maggot pada setiap daerah biasanya berbeda. Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan berbagai media tumbuh dengan parameter pengamatan biomas yang dihasilkan yaitu berat maggot didapatkan hasil yang berbeda.Pada penelitian yang akan menggunakan berbagai media yang berbeda untuk mengetahui media yang paling baik untuk menumbuhkan maggot dan bahan yang digunakan antara lain tepung *pollard*, *palm kernel meal*, bungkil kelapa, ampas tahu, dan dedak. Bahan-bahan tersebut merupakan hasil sampingan dari pengolahan yang harganya relatif murah

namun dapat digunakan sebagai media pertumbuhan maggot sebab masih memiliki kandungan nutrisi di dalamnya.

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada kegiatan ini tampak bahwa media yang menghasilkan jumlah maggot terbanyak yaitu media tepung *pollard* dan dedak hal itu tampak dari jumlah rata-rata maggot yang dihasilkan yaitu secara berurut 456,6 g maggot pada media *pollard* dan 430 g maggot pada media dedak. Dedak padi yang digunakan sebagai media pertumbuhan maggot merupakan hasil sampingan proses pemecahan kulit gabah, yang terdiri atas lapisan kutikula sebelah luar dan hancuran sekam. Dedak ini mengandung nutrient yang dibutuhkan oleh maggot. Menurut Murni *et al.* (2008), dedak mengandung nutrisi sebagai berikut yaitu protein kasar 12-14%, kadar lemak 7-19%, kadar abu 9-12%, serat kasar 8-13%, dan BETN 64-42%. Kandungan nutrient ini yang merangsang *Black soldier* untuk berproduksi di media yang telah disediakan. Dedak yang paling baik adalah dedak halus yang didapat dari proses penyosohan beras. Dedak yang digunakan untuk proses kultur maggot tidak sulit diperoleh karena produksi dedak di Indonesia cukup banyak yaitu dapat mencapai empat juta ton dan murah, hal itu tampak dari produksi padi Indonesia. Bahan dedak padi ada 2 macam yaitu dedak halus (katul) dan dedak kasar. Maggot akan mengkonversi protein dan berbagai nutrient menjadi biomassa maggot. Maggot ini akan mereduksi nutrient yang terdapat di media sebesar 50-70% .

Sementara jumlah maggot pada media PKM dan kombinasi PKM, bungkil kedelai, tepung *pollard*, dan dedak memiliki jumlah maggot yang lebih sedikit. PKM dan ampas tahu merupakan media yang mengandung nutrisi yang cukup. Tepung PKM (*Palm Kernel Meal*) merupakan bahan sampingan (*by-product*) yang dihasilkan sesudah ekstrak minyak kelapa sawit (*Palm Kernel Oil*). PKM memiliki kandungan protein yang tinggi sekitar 14-21%,

dan kandungan lemak sekitar 8-17%. PKM juga kaya akan Arginin, Leusin, dan Sistein, tetapi miskin kandungan Lisin. Nilai protein yang tinggi tidak menjamin kebutuhan nutrisi bagi pertumbuhan maggot yang terdapat di media cocok bagi pertumbuhan maggot. Begitu pula dengan ampas tahu, yang memiliki kandungan gizi berupa protein (23,55%), lemak (5,54%), karbohidrat (26,92%), abu (17,03%), serat kasar (16,53%), dan air (10,43%). Media ampas tahu yang digunakan untuk pertumbuhan maggot memiliki kadar air yang tinggi, hal itu tampak saat media ampas tahu yang digunakan masih basah. Kondisi air yang tinggi menghambat pertumbuhan maggot (Anonim, 2010).

Lain halnya pada media bungkil kelapa, jumlah rata-rata maggot yang tumbuh dari tiga ulangan yaitu 6,6 g, rendahnya jumlah maggot yang dihasilkan dikarenakan media bungkil kelapa yang digunakan mengandung air yang tinggi hal ini menghambat perkembangbiakan maggot pada media tersebut. Bungkil kelapa pada umumnya mengandung protein kasar sekitar 20 % dan biasanya digunakan sebagai bahan pakan ternak unggas. Namun kandungan protein tersebut tidak dapat dimanfaatkan secara optimum karena nilai kecernaannya yang rendah. Akan tetapi kandungan proteinnya dapat ditingkatkan melalui proses fermentasi ataupun penambahan Nitrogen anorganik seperti Urea dan ZA. Setelah difermentasi maka akan terjadi peningkatan kadar protein kasar, kalsium, fosfor, serta penurunan kandungan lemak dan serat kasar. Pengamatan perkembangan maggot dilakkan setiap hari dengan melihat kondisi media tumbuh maggot dan tingkat pertumbuhan maggot.

Berdasarkan hasil pengamatan biomassa dari penelitian ini dimana dilakukan pengukuran biomassa maggot sebagai pertumbuhan maggot pada media tumbuh yang sudah disiapkan. Pertumbuhan maggot selama pemeliharaan pada media yang berbeda tersebut disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil pengamatan budidaya maggot *Hermetia illucens* dengan berbagai perlakuan media

No.	Perlakuan	Biomassa rata-rata (gram)
1.	Tepung pollard	456,67
2.	*Palm Kernel Meal* (PKM)	35,00
3.	Bungkil kelapa	6,60
4.	Ampas tahu	57,33
5.	Dedak	430,00
6.	Pollard+PKM+Bungkil Kedele+dedak	275,00

Berdasarkan tabel pengamatan tersebut pertumbuhan biomasa tertinggi diperoleh pada media tumbuh yang berasal dari tepung pollard dan dedak.

Budidaya Maggot di Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar Sukabumi (BBPBATS) hingga tahun 2006 sudah berhasil diproduksi dengan cara menyiapkan media bungkil kelapa sawit (Palm Kernel Meal / PKM) fermentasi yang ditempatkan dalam wadah dengan sumber serangga black soldier (*Hermentia illucens*) dan alam. Dari beberapa kali produksi hasilnya tidak konsisten dan sulit diprediksi, oleh karenanya metoda budidaya maggot akan disempumakan dengan mengupayakan agar produk maggot lebih terkontrol. Dengan terkumpul telur ini, maka produksi maggot sudah dapat diprediksi dan segi kontinyuitas dan kuantitasnya.

Untuk memperoleh hasil maggot yang optimal dilakukan pentahapan budidaya maggot, yaitu pada pentahapan setelah proses fermentasi bungkil sawit, akan dilakukan penyebaran media ke berbagai tempat Iingkungan hidup *Black soldier* seperti di taman bunga, kebun dan hutan. Dengan tahapan ini diharapkan serangga ini tertarik, kemudian kawin dan meletakkan telurnya dalam wadah yang sudah disiapkan. Langkah selanjutnya telur tersebut dikoleksi untuk ditetaskan dan diproses sebagaimana pembudidayaan maggot.

PPPPTK Pertanian pada tahun 2007 mencoba melakukan budidaya maggot tersebut. Berdasarkan beberapa referensi maggot dapat dikembangbiakkan pada media tertentu, salah satunya limbah (ampas) tahu. Pada kegiatan ini dipilih ampas tahu sebagai media perkembangbiakkan maggot. Pemilihan ampas tahu dalam kegiatan ini dengan alasan antara lain adalah mengurangi pencemaran lingkungan khususnya perairan, pada tepung ampas tahu juga masih terdapat kandungan gizi yaitu protein (23,55%), lemak (5,54%), karbohidrat (26,92%), abu (17,03%), serat kasar (16,53%) dan air (10,43%). Ketika ampas tahu dipilih untuk dijadikan media , diharapkan terjadi transfer energi dari ampas tahu pada maggot yang dihasilkan. Selain itu, sebagai limbah ampas tahu mudah didapatkan dengan harga relatif terjangkau. Hal itu menjadikan teknologi pembiakan maggot merupakan teknologi yang murah dan mudah diaplikasikan.Selama ini para petani ikan sudah memanfaatkan limpah ampas tahu sebagai pakan ikan, namun hal itu diberikan secara langsung tanpa melalui proses terlebih dahulu. Padahal ampas tahu tidak bisa diberikan kepada semua jenis ikan.

Budidaya maggot dilakukan dengan terlebih dahulu mempersiapkan peralatan, wadah dan media yang dibutuhkan antara lain : bambu, baskom

5 liter, plastik polybag sebagai penutup, kawat, daun pisang dan ampas tahu.

Baskom yang digunakan terlebih dahulu diberi lubang pada masing-masing pinggirannya yang berfungsi untuk mengeluarkan aroma dari ampas tahu yang akan menarik perhatian lalat *Black Soldier* untuk hinggap. Ampas tahu diletakkan pada masing-masing baskom tersebut dengan sedikit tambahan air, kemudian dipasangkan pada bambu dengan cara menjepit. Bambu yang telah dipasang baskom tersebut kemudian ditanam/ditancapkan ke dalam tanah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Persiapan alat, wadah dan media budidaya maggot

Telur *Black Soldier* terlihat terdapat pada media setelah 2 minggu dengan jumlah yang relatif sedikit. Hal ini bisa diakibatkan karena populasi lalat *Black Soldier* di lingkungan tempat kegiatan masih sedikit. Telur *Black Soldier* berwarna kekuningan berbentuk elips dengan panjang sekitar 1 mm. Warnanya akan berubah menjadi kecoklatan/gelap menjelang menetas dan menetas setelah 24 jam. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Telur lalat Black Soldier

Larva *Black Soldier* (maggot) berbentuk elips warna kekuningan dan hitam di bagian kepala. Pada kegiatan ini telur-telur tersebut tidak menetas. Hal ini terjadi karena media yang terdapat di dalam wadah menjadi lebih encer/meningkat kadar airnya karena tingkat kelembaban udara yang meningkat pada saat musim hujan. Untuk menciptakan atau menambah populasi lalat Black Soldier di tempat kegiatan maka didatangkan pupa lalat tersebut dari instansi lain dan kurang lebih 1 minggu kemudian pupa akan menetas menjadi lalat. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Pupa (kiri) dan lalat *Black Soldier* (kanan))

Persiapan Media dan Wadah Budidaya Maggot

Kegiatan budidaya maggot dilakukan dengan membuat media tumbuh maggot. Wadah yang dipergunakan untuk memelihara induk maggot yaitu lalat *Black soldier* dapat dibuat dengan menggunakan kerangka kayu yang dilapisi dengan kain strimin plastik, seperti membuat kotak empat persegi. Ukuran kotak tempat tumbuh dan berkembangnya lalat black soldier sangat bergantung kepada kapasitas produksi yang diharapkan. Didalam kotak tersebut diletakkan pohon yang berbunga. Hal ini dikarenakan berdasarkan siklus hidupnya lalat *Black soldier* pada usia dewasa makanan utamanya adalah sari bunga, sedangkan pada usia muda makanannya berasal dari cadangan makanan yang ada dalam tubuhnya. Pada kandang lalat tersebut induk jantan dan induk betina lalat *Black soldier* akan melakukan perkembangbiakan secara seksual, induk betina setelah perkawinan akan mengandung telur, kemudian telur diletakan pada permukaan yang bersih. Oleh karena itu pada kandang lalat tersebut diletakkan media tumbuh untuk peletakkan telur lalat *Black soldier*.

Media yang dipergunakan untuk tumbuh dan berkembangbiaknya telur tersebut sesuai dengan keinginan pembudidaya. Pada alinea sebelumnya telah dijelaskan berbagai macam media tumbuh untuk berkembangbiaknya telur lalat tersebut. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya di Balai Besar Budidaya Ikan Hias Depok media yang terbaik yang digunakan untuk pertumbuhan telur lalat *Black soldier* adalah tepung PKM (*Palm Kernel Meal*). Sedangkan peneliti yang lain menggunakan dedak dan pollard juga bisa memberikan pertumbuhan biomassa. Oleh karena itu para siswa SMK diharapkan untuk melakukan beberapa pengamatan pertumbuhan lalat *Black soldier* ini dengan mengamati pertumbuhan biomassa maggot dengan media tumbuh yang berbeda.

Pemanenan maggot dilakukan dengan memisahkan maggot dari media tumbuhnya yaitu dengan menggemburkan tanah dibawah cahaya matahari, pada saat itu maggot akan bergerak ke atas. Saat maggot di atas permukaan media dilakukan pengumpulan maggot dan diletakkan di dalam wadah yang telah disediakan.

Bahan-bahan yang digunakan dalam membudidayakan maggot adalah serangga *Black soldier*, bungkil kelapa sawit sebanyak 10 ton dan bahan fermentasi. Alat-alat yang digunakan antara lain kantong plastik, baskom plastik 100 buah, kandang untuk pemeliharaan serangga black soldier 1 unit, dan drum plastik 10 buah.

Prosedur dalam kultur massal maggot adalah sebagai berikut :

1. Fermentasi Bungkil Sawit (PKM), Bungkil sawit dimasukkan ke dalam drum plastik, tiap drum diisi sebanyak kurang lebih 50 kg. Tambahkan cairan rumen, dan isi perut kambing atau sapi sebanyak 5-10%, campur dengan air sehingga 3 kali lipat dan jumlah bungkil sawit. Isi rumen ini dimaksudkan sebagai sumber mikroba yang diperlukan dalam proses fermentasi. Selama proses fermentasi, drum plastik dalam kondisi terlindung dan ditutup rapat. Proses fermentasi dalam kondisi anaerob. Waktu yang diperlukan antara 10-14 hari. Bungkil sawit fermentasi ini digunakan sebagai media untuk menarik *Black soldier*agar mau menempatkan telurnya dalam wadah yang sudah disiapkan, karena bahan ini memiliki bau yang khas.
2. Koleksi Telur Maggot, Untuk mendapatkan telur maggot, dilakukan dengan cara menempatkan keranjang ukuran 30 x 20 x 20 cm yang diisi dengan PKM fermentasi sebanyak 2 kg. Serangga *Black soldier* yang sudah dewasa akan tertarik dengan bau PKM fermentasi kemudian kawin dan menempatkan telurnya ke dalam dinding keranjang. Telur yang sudah menempel dalam keranjang bisa dilakukan pemanenan telur

atau langsung ditetaskan dan dipelihara sementara waktu dalam keranjang.

3. Budidaya Maggot, Telur maggot yang berada dalam keranjang tersebut diatas selanjutnya dipelihara dalam bak semen ukuran 1 x 1,5x I m dan baskom ukuran volume 25 1. Sebagai kontrol dilakukan pula produksi maggot dalam bak semen tanpa dilakukan terlebih dahulu koleksi telur. Pemberian PKM sebagai bahan pakan maggot dilakukan setelah maggot usia 5-14 hari, jumlah pemberian kurang Iebih 3-10% dari biomas maggot, setiap harinya diberikan satu kali. Pemeliharaan maggot berkisar 10-15 hari.

4. Panen Maggot dan Penepungan, Panen maggot dilakukan dengan cara memisahkan maggot dengan media kultur, kemudian dibilas dengan air. Maggot selanjutnya dicampur dengan dedak, dengan penbandingan 3 maggot dan 1 bagian dedak. Campuran tersebut selanjutnya dicetak dalam mesin pelet basah. Bahan pakan maggot ini kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 60°C. Proses pengeringan memerlukan waktu 12-15 jam. Bahan ini selanjutnya digiling sampai berbentuk tepung halus dengan menggunakan *Disk Meal*

Tepung maggot ini merupakan bahan baku pakan ikan yang kaya dengan kandungan protein, sehingga diharapkan dapat menggantikan atau mensubstitusi posisi tepung ikan dalam pakan.

3. Refleksi

Budidaya pakan alami merupakan kompetensi yang harus dimiliki oleh siswa lulusan SMK dengan program keahlian teknologi budidaya perairan. Pakan alami harus dibudidayakan agar kesinambungan pakan ini terus berlanjut.

Dengan adanya pakan alami yang tersedia sesuai dengan kebutuhan maka larva dan benih ikan/krustasea/ kekerangan akan mengalami pertumbuhan yang optimal. Budidaya pakan alami yang harus diterapkan ada berbagai macam jenis. Jenis pakan alami dalam materi sebelumnya hanya dikelompokkan ke dalam tiga kelompok besar yaitu phytoplankton, zooplankton dan benthos. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini sudah banyak dikembangkan jenis pakan alami sebagai substitusi bahan baku pakan buatan yaitu maggot. Dalam menerapkan budidaya pakan alami prosesnya sama seperti dalam membudidayakan ikan yang dimulai dari persiapan wadah dan media, melakukan seleksi bibit pakan alami, melakukan perhitungan kepadatan bibit pakan alami, melakukan proses pemeliharaan pakan alami dan melakukan pemanenan pakan alami. Dengan melakukan budidaya pakan alami maka ketersediaan pakan alami akan selalu ada sesuai kebutuhan pembudidaya dan berkesinambungan.

4. Tugas

a. Buatlah paper tentang seleksi bibit jenis-jenis pakan alami phytoplanton. zooplanton, benthos.
b. Buatlah paper tentang teknik perhitungan kepadatan dan pertumbuhan pakan alami.
c. Buatlah paper tentang proses pemeliharaan jenis-jenis pakan alami phytoplanton,zooplanton, benthos.

5. Tes Formatif

Jawabalah pertanyaan dibawah ini dengan memilih salah satu jawaban yang paling benar:

1. Pertumbuhan phytoplankton dapat diketahui dengan melakukan kegiatan...
   A. Perhitungan jumlah phytoplankton
   B. Perhitungan kepadatan sel
   C. Perhitungan isi sel
   D. Perhitungan jumlah sel

2. Perkembangbiakan phytoplankton dapat dikelompokkan ke dalam beberapa fase, fase dimana terjadi pertumbuhan yang paling cepat adalah:
   A. Fase Lag
   B. Fase Eksponensial
   C. Fase Stasioner
   D. Fase Kematian

3. Perkembangbiakan phytoplankton dapat dikelompokkan ke dalam beberapa fase, fase dimana jumlah sel yang mati dan jumlah sel yang membelah seimbang adalah:
   A. Fase Lag
   B. Fase Eksponensial
   C. Fase Stasioner
   D. Fase Kematian

4. Daur hidup berbagai macam phytoplankton adalah hampir sama. Berapakah kisaran hidup phytoplankton tersebut?.
   A. 1-3 hari

B. 3-5 hari
C. 5-7 hari
D. 7-9 hari

5. Fase istirahat berdasarkan pengelompokan para pembudidaya phytoplankton adalah termasuk dalam tahapan...
   A. Stasioner
   B. Pertumbuhan
   C. Pembelahan
   D. Adaptasi

6. Tahapan phytoplankton dimana sel mengalami pembelahan berkali-kali akibat faktor lingkungan yang sangat mendukung proses pertumbuhan adalah:
   A. Stasioner
   B. Pertumbuhan
   C. Pembelahan
   D. Adaptasi

7. Faktor yang mempengaruhi kecepatan tumbuh phytoplankton adalah sebagai berikut, kecuali:
   A. Kekurangan nutrien
   B. Oksigen
   C. Perubahan pH
   D. Salinitas

8. Tahapan pertumbuhan phytoplankton secara berurutan adalah sebagai berikut:
   A. Adaptasi, Pembelahan, Pertumbuhan dipercepat, Stasioner dan Kematian

B. Pembelahan, Adaptasi, Pertumbuhan dipercepat, Stasioner dan Kematian
C. Pembelahan, Pertumbuhan dipercepat, Stasioner, Adaptasi, dan Kematian
D. Adaptasi, Pertumbuhan dipercepat, Stasioner, Pembelahan dan Kematian

9. Tujuan melakukan perhitungan kepadatan phytoplankton adalah sebagai berikut kecuali:
   A. Mengetahui pertumbuhan phytoplankton
   B. Mengetahui kepadatan bibit phytoplankton
   C. Mengetahui kematian phytoplankton
   D. Mengetahui kepadatan kultur phytoplankton

10. Alat yang digunakan untuk menghitung kepadatan phytoplankton yang dikultur adalah:
    A. Haemocytometer
    B. Hand Counter
    C. Mikroskop
    D. Pipet

11. Rumus yang digunakan untuk menghitung kepadatan sel phytoplankton, jika dilakukan perhitungan dalam 400 kotak adalah:
    A. N X 10^3 sel/ml
    B. N x 10^4 sel/ml
    C. N x 10^5 sel/ml
    D. N X 10^6sel/ml

12. Dalam melakukan budidaya *Chlorella* secara kultur massal dapat digunakan beberapa formulasi media yang telah dicoba oleh para ahli yaitu:
    A. Media Benneck
    B. Media Detmer
    C. Media Pupuk Komersial
    D. Media Allan Miquel

13. Media yang sangat cocok untuk membudidayakan *Chlorella* air laut adalah:
    A. Media Benneck
    B. Media Detmer
    C. Media Pupuk Komersial
    D. Media Allan Miquel

14. Volume inokulan yang dibutuhkan untuk membudidayakan kultur phytoplanktonyang berasal dari kultur murni untuk budidaya kultur semi massal adalah:
    A. < 10%
    B. 15 %
    C. 20 %
    D. 25 %

15. Media yang dipergunakan untuk membudidayakan *Tetraselmis chuii* di Jepara terdiri dari komposisi pupuk sebagai berikut kecuali:
    A. 10 ppm Na_2HPO_4
    B. 80 ppm Urea
    C. 10 ppm TSP
    D. 5 ppm $FeCl_3$

16. Salinitas yang optimal untuk membudidayakan *Tetraselmis chuii* adalah:
    A. 22-25 permill
    B. 27-32 permill
    C. 32-37 permill
    D. 37-42 permill

17. Waktu yang tepat untuk melakukan pemanenan *Tetraselmis chuii*adalah pada hari ke-:
    A. 2-3
    B. 3-4
    C. 4-5
    D. 5-6

18. Salinitas yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan *Skeletonema costatum*adalah:
    A. 16-22 permil
    B. 22-28 permil
    C. 28-34 permil
    D. 34-40 permil

19. Pupuk yang digunakan untuk membudidayakan *Skeletonema costatum*dari kelompok diatom yang berbeda dengan jenis phytoplankton dari kelompok lainnya adalah:
    A. Na_2SiO_3
    B. $FeCl_3$
    C. Na_2HPO_4
    D. Urea

20. Sumber N yang dibutuhkan oleh *Spirulina platensis*berasal dari pupuk...
    A. $FeCl_3$
    B. H_3BO_3
    C. $NaNO_3$
    D. Na_2HPO_4

21. Volume inokulan bibit *Spirulina platensis*untuk kultur massal pada bak atau kolam yang bervolume 100 m^3adalah:
    A. 10 m^3
    B. 20 m^3
    C. 30 m^3
    D. 40 m^3

22. Salinitas yang optimal untuk melakukan pemeliharaan *Spirulina platensis*adalah:
    A. 15 g/l
    B. 20 g/l
    C. 25 g/l
    D. 30 g/l

23. Jenis Rotifera air tawar yang sudah dapat dibudidayakan secara massal adalah:
    A. *Brachionus* sp
    B. *Brachionus plicatilis*
    C. *Brachionus calyciflorus*
    D. *Brachionusrotundiformis*

24. Dosis pupuk kandang yang digunakan untuk membudidayakan *Brachionus calyciflorus*agar tumbuh optimal adalah:
    A. 200 g/m^3
    B. 300 g/m^3

C. 400 g/m^3
D. 500 g/m^3

25. Populasi Rotifera yang dikultur dengan pupuk kotoran burung puyuh memberikan pertumbuhan pada hari ketujuh sebanyak...
    A. 50 individu/l
    B. 60 individu/l
    C. 70 individu/l
    D. 80 individu/l

26. Siklus hidup Rotifera maksimal adalah:
    A. 4 hari
    B. 8 hari
    C. 12 hari
    D. 16 hari

27. Padat penebaran bibit Rotiferapada kultur massal adalah:
    A. 10-15 individu/l
    B. 15-20 individu/l
    C. 20-25 individu/l
    D. 25-30 individu/l

28. Ke dalaman wadah untuk Budidaya *Daphnia* secara massal minimal adalah:
    A. 40 cm
    B. 50 cm
    C. 60 cm
    D. 70 cm

29. Periode maturasi *Daphnia* pada media yang mempunyai suhu 25^{o}C adalah:
    A. 1 hari
    B. 2 hari
    C. 3 hari
    D. 4 hari

30. Jumlah anak yang di keluarkan dari satu induk bibit *Daphnia*adalah:
    A. 26-27 ekor
    B. 27-28 ekor
    C. 28-29 ekor
    D. 29-30 ekor

31. Siklus hidup *Daphnia* di kolam pemeliharaan berdasarkan pengamatan yaitu :
    A. 28-33 hari
    B. 33-38 hari
    C. 38-43 hari
    D. 43-48 hari

32. Metode budidaya *Daphnia* dengan menggunakan pupuk kandang kering yang dimasukkan dalam media kultur adalah:
    A. *Detrital system*
    B. *Autotrophic system*
    C. *Recyrculation system*
    D. *Tropical system*

33. Pergantian kulit (*moulting*) pada nauplius *Artemia* dapat terjadi beberapa kali sebelum menjadi dewasa dalam waktu delapan hari. Berapa kalikah proses *moulting* tersebut?
   A. 10 kali
   B. 15 kali
   C. 20 kali
   D. 25 kali

34. *Artemia* dewasa bisa hidup selama tiga bulan dan dapat memproduksi nauplius setiap empat hari sekali. Berapakah jumlah nauplius yang dihasilkan oleh *Artemia* dewasa tersebut?
   A. 100 ekor
   B. 200 ekor
   C. 300 ekor
   D. 400 ekor

35. Salinitas media budidaya *Artemia* yang dibutuhkan agar dapat menghasilan kista/kista adalah:
   A. 60-80 permil
   B. 80-100 permil
   C. 100-120 permil
   D. 120-140 permil

36. Padat penebaran nauplius instar satu yang optimal pada proses pemeliharaan *Artemia* di tambak adalah:
   A. 100 ekor/l
   B. 200 ekor/l
   C. 300 ekor/l
   D. 400 ekor/l

37. Dosis larutan hipoklorit yang dipergunakan untuk menetaskan kista*Artemia* dengan metode dekapsulasi adalah:
    A. 5 cc/1 gram kista
    B. 10 cc/1 gram kista
    C. 15 cc/1 gram kista
    D. 20 cc/1 gram kista

38. Dalam pemeliharaan *Artemia* di tambak sangat dibutuhkan makanan, jenis bahan baku yang dipergunakan sebagai makanan tersebut dan memberikan pertumbuhan yang optimal adalah:
    A. Ragi
    B. Tepung terigu
    C. Dedak
    D. Bungkil kelapa

39. Kecerahan ditambak *Artemia* yang optimal adalah:
    A. 10 cm
    B. 15 cm
    C. 20 cm
    D. 25 cm

40. Pemanenan kista *Artemia* yang dibudidayakan di tambak dapat dilakukan pada hari ke..... setelah pemeliharaan.
    A. 12
    B. 15
    C. 18
    D. 21

41. Ketinggian ideal media tumbuh cacing rambut (*Tubifex* sp) yang dibudidayakan secara massal agar diperoleh produksi yang optimal adalah:
    A. 5 cm
    B. 10 cm
    C. 15 cm
    D. 20 cm

42. Padat penebaran bibit *Tubifex* sp yang akan di inokulasi ke dalam media kultur adalah:
    A. 1 g/m^2
    B. 2 g/m^2
    C. 3 g/m^2
    D. 4 g/m^2

43. Untuk tumbuh dan berkembangnya cacing rambut di dalam wadah budidaya dibutuhkan oksigen yang berasal dari air mengalir. Berapakah debit air yang optimal pada wadah budidaya tersebut?.
    A. 900 ml/menit
    B. 930 ml/menit
    C. 960 ml/menit
    D. 990 ml/menit

44. Budidaya cacing darah (larva *Chironomus*) dapat mengalami pertumbuhan yang optimal jika media tumbuhnya diberi pupuk kotoran ayam dengan dosis...
    A. 1,5 g/liter
    B. 2,5 g/liter
    C. 3,5 g/liter
    D. 4,5 g/liter

45. Dalam siklus hidup cacing darah diawali dari adanya telur yang dihasilkan dari perkembangbiakan secara seksual. Telur larva *Chironomus* akan menetas ....
A. 1-12 jam
B. 12-24 jam
C. 24-36 jam
D. 36-48 jam

46. Larva *Chironomus* yang dibudidayakan akan dilakukan pemanenan dan siap dijual ke pasar. Bentuk cacing darah tersebut adalah sebagai berikut, kecuali:
A. Beku
B. Segar
C. Kering
D. Pellet

47. Jenis Infusoria yang banyak dibudidayakan secara massal sebagai makanan ikan dan banyak terdapat diperairan adalah:
A. *Paramecium caudatum*
B. *Nyctoterus ovalis*
C. *Balantium coli*
D. *Navicula sp*

48. Jenis pakan alami yang berasal dari larva *Black soldier* adalah:
A. Belatung
B. Cacing
C. Maggot
D. Ulat

49. Untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan maggot diperlukan media yang merupakan sumber nutrien maggot, media yang terbaik untuk pertumbuhan maggot berdasarkan hasil penelitian di Depok dan Sukabumi adalah:
    A. Ampas kelapa
    B. Ampas tahu
    C. *Palm Kernel Meal*
    D. Tepung terigu

50. Untuk mempercepat proses fermentasi pada media tumbuh maggot ditambahkan isi perut sapi. Berapakah dosis yang tepat agar terjadi proses fermentasi?.
    A. 1-5%
    B. 5-10%
    C. 10-15%
    D. 15-20%

Kunci Jawaban Tes Formatif

No.	Jawaban	No.	Jawaban
1.	B	26.	C
2.	B	27.	C
3.	C	28.	C
4.	C	29.	B
5.	D	30.	D
6.	B	31.	A
7.	D	32.	A
8.	A	33.	B
9.	C	34.	C
10.	A	35.	D

11.	B	36.	B
12.	C	37.	B
13.	D	38.	D
14.	A	39.	D
15.	A	40.	D
16.	B	41.	B
17.	C	42.	B
18.	C	43.	B
19.	A	44.	B
20.	C	45.	C
21.	B	46.	D
22.	A	47.	A
23.	C	48.	C
24.	D	49.	C
25.	D	50.	B

a. Lembar Kerja Peserta didik Didik

1) Budidaya Phytoplankton

Judul : Budidaya Chlorella sp

Waktu : 9 jam

Pendahuluan

Chlorella adalah phytoplankton yang mempunyai bentuk bulat atau bulat telur, mempunyai kloroplas seperti cawan, dindingnya keras, padat dan garis tengahnya 5 mikron meter, perkembangbiakan terjadi secara aseksual yaitu dengan pembelahan sel atau pemisahan autospora dari sel induknya. Chlorella hidup pada tempat-tempat yang basah dan medianya mengandung cukup unsur hara seperti N, P, K dan unsur mikro lainnya (karbon, nitrogen, fosfor, sulfur dan lain-lain). Budidaya Chlorella dapat dilakukan dengan menggunakan media

air tawar maupun air laut. Oleh karena itu dapat dilakukan di sekolah dan tidak memerlukan fasilitas yang terlalu rumit. Chlorella berfungsi sebagai pakan alami Rotifera sehingga untuk dapat melakukan budidaya Rotifera maka terlebih dahulu stok Chlorella sebagai pakan alami Rotifera harus tersedia secara kontinu.

Tujuan

Peserta didik diklat diharapkan mampu melakukan budidaya Chlorella sesuai standar prosedur jika disediakan peralatan dan bahannya sesuai dengan persyaratan teknis.

Alat dan bahan

- Rak kultur
- Lampu neon
- Topless Uk 1 L
- Topless Uk 3 L
- Aerator
- Selang aerasi
- Alumunium foil
- Timbangan digital
- Pupuk :
- Urea
- $MgSO_4$
- KH_2PO_4
- $NaNO_3$
- $FeCl_3$
- TSP
- KCl
- Chlorella murni
- Bak/fiber untuk kultur massal

- Selang air
- Saringan air
- Gelas ukur
- Mikroskop
- Object glass dan cover glass
- Pipet

Keselamatan kerja

1. Kenakan pakaian praktek dan gunakan sarung tangan jika memegang bahan-bahan yang bersifat keras.
2. Hati-hati dalam menggunakan peralatan listrik dan melakukan kegiatan.

Langkah kerja:

1. Siapkan alat dan bahan yang akan dipergunakan. Untuk semua peralatan dibersihkan dengan cara dicuci bersih dengan deterjent kemudian dibilas dengan Chlorin 150 ppm (150 ml chlorine dalam 1000 liter air)
2. Siapkan larutan pupuk dengan formula Media Benneck untuk membudidayakan Chlorella secara murni dan semi massal yaitu 100 mg $MgSO_4$, 200 mg KH_2PO_4, 500 mg $NaNO_3$ dan 1,0 g $FeCl_3$ dilarutkan dengan 1 liter aquadest.
3. Masukkan air tawar/ air laut yang telah disterilisasi dan dicampur dengan pupuk ke dalam wadah (toples) sebanyak 1000 cc.
4. Tebar bibit Chlorella dengan padat penebaran dengan menggunakan rumus $V1 \times N1 = V2 \times N2$, jika menggunakan bibit murni gunakan 1/5 volume.
5. Aerasi dipasangkan ke dalam wadah budidaya yang bertujuan untuk meningkatkan kandungan Oksigen yang diperlukan dalam proses metabolisme dan mencegah pengendapan plankton.

6. Botol kultur diletakkan dibawah cahaya lampu neon (TL) sebagai sumber energi untuk fotosintesa.
7. Dalam waktu 3 – 4 hari perkembangan diatom mencapai puncaknya yaitu 6 – 7 juta sel per cc dan siap untuk dipanen dan dapat digunakan sebagai bibit pada budidaya skala semi massal
8. Wadah dicuci dan dibebashamakan dengan menggunakan larutan Klorin dan dikeringkan dengan pemaparan dibawah sinar matahari, biasanya penjemuran dilakukan dua hari.
9. Menyiapkan medium untuk budidaya Chlorella secara massal dengan cara memasukkan air tawar/ air laut disaring dengan filter bag kemudian disterilkan dengan Klorin 10 ppm dan diaerasi kuat selama 24 jam. Air media sebanyak 1.000 liter dimasukkan ke dalam bak pemeliharaan.
10. Unsur hara sebagai nutrient yang dibutuhkan untuk tumbuh dan berkembangnya phytoplankton di dalam wadah budidaya Chlorella secara massal menggunakan pupuk teknis. Pupuk teknis tersebut dapat terdiri dari : Urea 800 gram, TSP 15 gram, dan 40 gram KCl dilarutkan dalam volume 1 ton, dimasukkan ke dalam air media kemudian diaduk dan diaerasi. Formulasi pupuk ini dapat dimanipulasi sesuai dengan kebutuhan dan pengalaman pembudidaya.
11. Masukkan inokulan Chlorella sebanyak 1/5 atau 1/10 jumlah volume kultur massal , bibit diperoleh dari hasil kultur semi massal. Chlorella dapat dipanen setelah 4-5 hari pemeliharaan karena biasanya terjadi pertumbuhan optimal pada 5 hari setelah penebaran bibit.
12. Untuk kultur Chlorella tahap selanjutnya dilakukan dengan memindahkan inokulan sebanyak 10 liter yang disaring dengan filter bag ke dalam bak budidaya yang sudah disterilkan.

13. Kultur selanjutnya dilakukan dengan tahapan seperti tersebut diatas dan dilakukan secara berkesinambungan dengan tetap menjaga tingkat kemurnian Chlorella.

2) Budidaya Zooplankton

Judul : Budidaya Artemia

Waktu : 9 jam

Pendahuluan

Setelah peralatan, wadah dan media penetasan kista Artemia disiapkan , langkah selanjutnya adalah menebar kista Artemia. Apakah kista Artemia dan bagaimana cara menebar kista Artemia tersebut? Ikuti langkah kerja dengan baik sesuai dengan prosedur. Dengan padat penebaran yang sesuai dengan volume media penetasan maka kista Artemia yang ditebar akan menetas dalam waktu yang baik sesuai dengan persyaratan teknis. Artemia dapat tumbuh dan berkembang pada media penetasan yang tepat sesuai dengan kebutuhannya.

Tujuan

Peserta didik diklat diharapkan mampu melakukan penebaran kista Artemia yang digunakan dalam penetasan kista Artemia jika disediakan peralatan dan bahannya sesuai dengan persyaratan teknis.

Alat dan bahan

- Wadah berbentuk kerucut dan bening.
- Aerator/blower
- Selang aerasi
- Batu aerasi
- Timbangan

- Ember
- Gayung
- Seser/saringan halus
- Garam dapur
- Garam mineral
- Selang air

Keselamatan kerja

1. Kenakan pakaian praktek dan gunakan sarung tangan jika memegang bahan-bahan yang bersifat keras.
2. Hati-hati dalam menggunakan peralatan listrik dan melakukan kegiatan

Langkah kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan sebelum menebar kista Artemia.
2. Tentukan padat penebaran kista Artemia dan volume media penetasan!
3. Hitunglah jumlah kista yang akan ditebar setelah ditentukan pada point 2 berdasarkan volume media penetasan !
4. Lakukan penimbangan dengan tepat berdasarkan perhitungan jumlah kista Artemia pada point 3.
5. Masukkanlah kista Artemia yang telah ditimbang ke dalam media penetasan secara hati-hati, lepaskan aerasi didalam media penetasan pada saat dilakukan penebaran !
6. Pasanglah aerasi setelah kista Artemia ditebarkan ke dalam media penetasan !
7. Amati proses penetasan kista Artemia didalam media penetasan, catat dan diskusikan !

8. Amati setiap jam perkembangan dari kista artemia dibawah mikroskop dan catat jam terjadinya penetasan kista menjadi nauplius dan catat save gambar tersebut dikomputer jika tidak ada komputer wajib di gambar!
9. Hitunglah jumlah persentase kista yang menetas didalam media penetasan sesuai dengan rumus !
10. Tentukan waktu pemanenan pakan alami Artemia jika 90% kista artemia telah menetas sesuai dengan prediksi tingkat penetasan Artemia di media penetasan.
11. Ambillah sampel air dimedia kultur dengan menggunakan baker glass/erlemeyer, amati dengan seksama dan teliti !
12. Hitunglah jumlah Artemia yang terdapat dalam baker glass tersebut !
13. Lakukanlah kegiatan tersebut minimal tiga kali ulangan dan catat apakah terjadi perbedaan nilai pengukuran dari ketiga lokasi yang berbeda.
14. Hitunglah rata-rata nilai populasi dari ketiga sampel yang berbeda lokasi. Nilai rata-rata ini akan dipergunakan untuk menghitung kepadatan penetasan pakan alami Artemia di media penetasan.
15. Catat volume air sampel dan jumlah Artemia dari data point 6, lakukan konversi nilai perhitungan tersebut untuk menduga kepadatan populasi pakan alami Artemia didalam media penetasan.
16. Diskusikan nilai perhitungan tersebut dengan temanmu !
17. Pemanenan dilakukan dengan cara melepaskan aerasi yang ada didalam wadah penetasan.
18. Lakukan penutupan wadah penetasan pada bagian atas dengan menggunakan plastik hitam agar artemia yang menetas akan berkumpul pada bagian bawah wadah penetasan. Artemia mempunyai sifat fototaksis positif yang akan bergerak menuju sumber cahaya.
19. Diamkan beberapa lama (kurang lebih 15 – 30 menit) sampai seluruh kista yang telah menetas berkumpul didasar wadah.

20. Lakukan penyedotan dengan selang untuk mengambil artemia yang telah menetas dan ditampung dengan kain saringan yang diletakkan didalam wadah penampungan.
21. Bersihkan artemia yang telah dipanen dengan menggunakan air tawar yang bersih dan siap untuk diberikan kepada larva/benih ikan konsumsi/ikan hias.

Judul : Budidaya Daphnia

Waktu : 6 jam

Pendahuluan

Setelah menyiapkan media kultur pakan alami Daphnia, langkah selanjutnya adalah menginokulasi/menanam bibit pakan alami Daphniake dalam media kultur. Apakah inokulasi itu? Bagaimana cara melakukan inokulasi ? Untuk menjawab pertanyaan tersebut lakukanlah langkah kerja ini sesuai prosedur. Ada beberapa hal yang akan dilakukan sebelum menginokulasi yaitu mengidentifikasi Daphnia, membedakan individu telur, anak, remaja dan dewasa, serta memilih bibit Daphnia yang akan ditebar ke dalam media kultur.

Tujuan

Peserta didik diklat diharapkan mampu menginokulasi/menanam bibit pakan alami Daphnia jika disediakan peralatan dan bahannya sesuai dengan persyaratan teknis.

Alat dan bahan

- Wadah : bak semen/bak beton/fiber glass/kolam tanah
- Aerator/blower
- Selang aerasi
- Batu aerasi
- Timbangan

- Kantong plastik/karung plastik
- Tali rafia
- Karet Plastik
- Ember
- Gayung
- Seser/saringan halus
- Pupuk organik/anorganik
- Selang air
- Paku/gunting
- Bibit Daphnia
- Cawan petri
- Formalin
- Pipet
- Tissue
- Objec glass dan cover glass

Keselamatan kerja

1. Kenakan pakaian praktek dan gunakan sarung tangan jika memegang bahan-bahan yang bersifat keras.
2. Hati-hati dalam menggunakan peralatan listrik dan melakukan kegiatan

Langkah kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan sebelum melakukan inokulasi/penanaman bibit pakan alami Daphnia!
2. Siapkan mikroskop dan peralatannya untuk mengidentifikasi jenis Daphnia yang akan dibudidayakan!
3. Ambillah seekor Daphnia dengan menggunakan pipet dan letakkan diatas objec glass, dan teteskan formalin agar individu tersebut tidak bergerak !

4. Letakkan objec glass dibawah mikroskop dan amati morfologi Daphnia serta cocokkan dengan gambar 1.
5. Lakukan pengamatan terhadap individu Daphnia beberapa kali ulangan agar dapat membedakan tahapan stadia pada Daphnia yang sedang diamati dibawah mikroskop !
6. Hitunglah panjang tubuh individu Daphnia dewasa beberapa ulangan dan perhatikan ukuran tersebut dengan kasat mata!
7. Lakukanlah pemilihan bibit yang akan ditebarkan ke dalam media kultur d an letakkan dalam wadah yang terpisah!
8. Tentukan padat penebaran yang akan digunakan dalam budidaya pakan alami Daphnia tersebut sebelum dilakukan penebaran.
9. Hitunglah jumlah bibit yang akan ditebar tersebut sesuai dengan point 8.
10. Lakukan penebaran bibit pakan alami Daphnia pada pagi atau sore hari dengan cara menebarkannya secara perlahan-lahan ke dalam media kultur.
11. Tentukan waktu pemantauan kepadatan populasi sesuai dengan prediksi tingkat pertumbuhan Daphnia di media kultur.
12. Ambillah sampel air dimedia kultur dengan menggunakan baker glass/erlemeyer, amati dengan seksama dan teliti !
13. Hitunglah jumlah Daphnia yang terdapat dalam baker glass tersebut !
14. Lakukanlah kegiatan tersebut minimal tiga kali ulangan dan catat apakah terjadi perbedaan nilai pengukuran dari ketiga lokasi yang berbeda.
15. Hitunglah rata-rata nilai populasi dari ketiga sampel yang berbeda lokasi. Nilai rata-rata ini akan dipergunakan untuk menghitung kepadatan populasi pakan alami Daphnia di media kultur.
16. Catat volume air sampel dan jumlah Daphnia dari data point 6, lakukan konversi nilai perhitungan tersebut untuk menduga kepadatan populasi pakan alami Daphnia didalam media kultur.

17. Diskusikan nilai perhitungan tersebut dengan temanmu !

3) Budidaya benthos

Judul : Budidaya Cacing rambut (*Tubifex* sp)

Waktu : 6 jam

Pendahuluan

Cacing rambut (Tubifex sp) dapat dibudidayakan pada media yang mengandung bahan organik tinggi. Tingginya bahan organik dalam media tumbuh cacing rambut ini dapat dimanipulasi dengan pemberian pupuk organik yang cukup tinggi. Untuk mengetahui proses budidayanya mari kita lakukan praktik ini dan dilakukan pengamatan sesuai dengan prosedur.

Tujuan

Peserta didik diklat diharapkan mampu membudidayakan cacing rambut jika disediakan peralatan dan bahannya sesuai dengan persyaratan teknis.

Alat dan bahan

- Wadah : bak semen/bak beton/fiber glass/kolam tanah
- Timbangan
- Kantong plastik/karung plastik
- Tali rafia
- Karet Plastik
- Ember
- Gayung
- Seser/saringan halus
- Pupuk organik
- Selang air
- Bibit Cacing rambut

- Cawan petri
- Formalin
- Pipet
- Tissue
- Objec glass dan cover glass

Keselamatan kerja

1. Kenakan pakaian praktek dan gunakan sarung tangan jika memegang bahan-bahan yang bersifat keras.
2. Hati-hati dalam menggunakan peralatan listrik dan melakukan kegiatan

Langkah kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan sebelum melakukan budidaya cacing rambut!
2. Siapkan mikroskop dan peralatannya untuk mengidentifikasi bibit cacing rambut yang akan dibudidayakan!
3. Ambillah seekor cacing rambut dengan menggunakan pipet dan letakkan diatas objec glass, dan teteskan formalin agar individu tersebut tidak bergerak !
4. Letakkan objec glass dibawah mikroskop dan amati morfologi cacing rambut serta cocokkan dengan gambar pada modul.
5. Lakukan pengamatan terhadap individu cacing rambut beberapa kali ulangan agar dapat membedakan tahapan stadia pada cacing rambut yang sedang diamati dibawah mikroskop !
6. Bersihkan bak/parit beton/wadah yang dilapisi plastik sampai bersih dan bilas dengan air bersih
7. Isi wadah tersebut dengan media tumbuh yang merupakan campuran pupuk kotoran ayam dan lumpur kolam dengan perbandingan 50% : 50% sampai ketinggian media 5 cm.

8. Lakukan pengaliran air ke dalam media budidaya dengan debit air yang optimal sebesar 930 ml/menit.
9. Tebarkan bibit cacing rambut dengan dosis 2 g/m^2 pada keesokan harinya.
10. Lakukan pemupukan ulang sebanyak 9% dari volume media setiap minggu sekali.
11. Panen cacing rambut baru dapat dilakukan setelah budidaya berlangsung selama dua bulan dan selanjutnya setiap dua minggu sekali dilakukan pemanenan.
12. Pemanenan cacing rambut dilakukan dengan cara menyerok cacing rambut yang terdapat pada media budidaya dengan menggunkan serokan dan masukkan cacing rambut tersebut ke dalam wadah lain yang telah berisi air setinggi 1 cm diatas media budidaya, lakukan penutupan selama 6 jam agar cacing rambut bergerombol di atas permukaan media sehingga memudakan untuk dilakukan pemanenan.
13. Timbanglah hasil panen cacing rambut tersebut dan catat!

Kegiatan Pembelajaran 2: Menerapkan *enrichment* pakan alami

1. **Tujuan Pembelajaran**

   Setelah mempelajari buku teks bahan ajar siswa yang berjudul penerapan *enrichment* pakan alami (Phytoplankton, zooplankton dan benthos) peserta didik mampu melakukan peningkatan mutu pakan alami (Phytoplankton, zooplankton dan benthos) yang dibutuhkan oleh ikan dan berlangsung secara kontinue sesuai prosedur jika disediakan sarana dan prasarana.

2. **Uraian Materi**

   Pengertian dan tujuan *Enrichment*

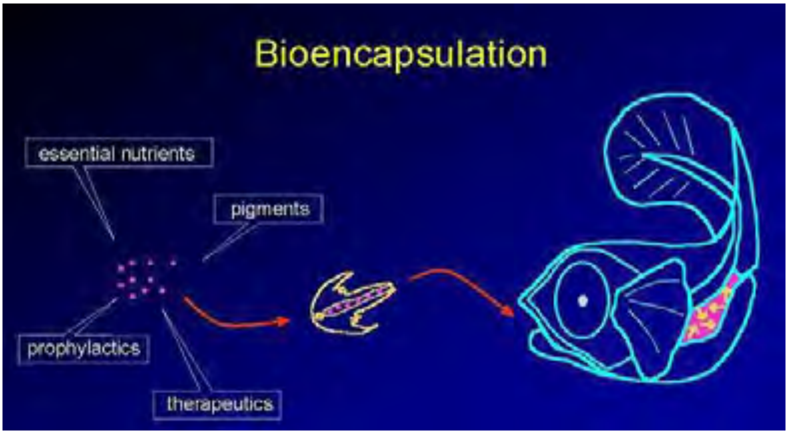
   Enrichment diambil dari kata bahasa Inggris yang berarti pengkayaan. Untuk meningkatkan mutu pakan alami dapat dilakukan pengkayaan , istilah pengkayaan bisa juga disebut dengan bioenkapsulasi. Pengkayaan terhadap pakan alami ini sangat penting untuk meningkatkan kualitas nutrisi dari pakan tersebut. Jenis pakan alami yang dapat dilakukan pengkayaan adalah dari kelompok zooplankton misalnya *Artemia*, Rotifer, *Daphnia*, *Moina* dan *Tigriopus*. Semua jenis zooplankton tersebut biasanya diberikan kepada larva dan benih ikan air tawar, payau dan laut. Dengan meningkatkan mutu dari pakan alami dari kelompok ini dapat meningkatkan mutu dari larva dan benih ikan yang mengkonsumsi pakan tersebut. Peningkatan mutu pakan alami dapat dilihat dari peningkatan kelangsungan hidup/sintasan larva dan benih yang dipelihara, meningkatkan pertumbuhan larva dan benih ikan serta meningkatkan daya tahan tubuh larva dan benih ikan.

   Jenis-jenis bahan*Enrichment*

   Beberapa jenis bahan yang dipergunakan oleh para pembudidaya ikan untuk melakukan bioenkapsulasi atau *enrichment* sangat bergantung dari tujuan

pemberian bahan *enrichment* tersebut. Tujuan utama pemberian bahan tambahan pada pakan alami adalah meningkatkan nilai gizi dari larva atau benih ikan yang akan mengkonsumsinya. Oleh karena itu zat pengkayaan dalam melakukan *enrichment* tersebut dapat dikelompokkan menjadi empat (Gambar 20) yaitu:

a. Zat-zat gizi essensial
b. Pigmen
c. Prophylactics
d. Therapeutics



Gambar 20. Jenis bahan pengkayaan.

a. Zat gizi essensial

Zat-zat gizi essensial adalah beberapa zat gizi yang sangat menentukan terhadap pertumbuhan dan perkembangan larva diantaranya adalah asam amino dan asam lemak. Komposisi kebutuhan asam amino setiap jenis ikan sangat berbeda dan sangat menentukan laju pertumbuhan dari ikan yang dibudidayakan. Asam amino merupakan bahan dasar yang dihasilkan dari proses pemecahan atau hidrolisis dari protein. Asam amino ini membangun blok protein. Istilah amino datang dari -NH2 atau suatu kelompok amino

yang merupakan bahan dasar alami dan asam datang dari perbandingan -COOH atau suatu kelompok karboxyl, oleh karena itu disebutlah asam amino. Dalam molekul protein asam amino membentuk ikatan peptida (ikatan antara amino dan kelompok karboxyl) di dalam rantai yang panjang disebut rantai polipeptida. Ada banyak asam amino di dalam alam tetapi hanya dua puluh yang terjadi secara alami. Asam amino sangat dibutuhkan oleh ikan untuk tumbuh dan berkembang. Dalam pengelompokkannnya dibagi menjadi dua yaitu asam amino essensial dan nonessensial.

Asam amino essensial adalah asam amino yang tidak bisa dibuat atau disintesis oleh organisme untuk mendukung pertumbuhan maksimum dan dapat menjadi penyuplai dari asam amino. Komposisi kandungan nutrisi dari pakan ikan memiliki kandungan asam amino yang dibutuhkan ikan berbeda-beda. Esensialitas dari suatu asam amino akan tergantung pada ikan yang diberi pakan. Sebagai contoh, Glycine diperlukan oleh ayam tetapi bukanlah penting bagi ikan. Asam amino non esensial yaitu asam amino yang dapat dibentuk atau disintesis dalam jaringan dan tidak perlu ditambahkan dalam komposisi pakan.

Ada sepuluh asam amino esensial (EAA) yang diperlukan oleh pertumbuhan ikan yaitu: Arginin, Histidin, Isoleucin, Leucin, Methionin , Phenylalanin, Threonin, Tryptophan dan Valin. Kesepuluh asam amino ini merupakan senyawa yang membangun protein dan ada beberapa asam amino merupakan bahan dasar dari struktur atau unsur lain. Methionin adalah prekursor dari Cyestein dan Cystin. Methionin juga sebagai penyalur metil (CH3). Beberapa kelompoknya terdiri dari Creatin, Cholin, dan banyak unsur lain. Jika suatu asam/hydrogen (OH) ditambahkan ke Phenylalanin, maka Tyrosin dibentuk. Tyrosin diperlukan untuk hormon Thyroxin, Epinephrin dan Norepinephrin dan melanin pigmen. Arginin menghasilkan ornithin ketika Urea dibentuk dalam siklus Urea. Perpindahan suatu karboksil

(COOH) digolongkan dalam bentuk Histamin. Tryptophan adalah prekursor dari Serotonin atau suatu vitamin, asam nikotinik. Semua ikan bersirip membutuhkan ke sepuluh asam amino esensial.

Asam amino non esensial yang dibutuhkan untuk ikan adalah: Alanine, Asparagin, Asam aspartad, Cyestin, Asam glutamat, Glutamin, Glycin, Prolin, Serin dan Tyrosin. Asam amino non esensial asam amino yang dapat secara parsial menggantikan atau memberikan asam amino yang sangat dibutuhkan atau harus ada dalam komposisi pakan.

Pakan ikan sangat dibutuhkan bagi ikan yang dibudidayakan dalam suatu usaha budidaya. Fungsi utama pakan ini adalah sebagai penyedia energi bagi aktifitas sel-sel tubuh. Dalam tubuh ikan energi yang berasal pakan dipergunakan untuk proses hidupnya yaitu tumbuh, berkembang dan bereproduksi. Dalam tubuh ikan berisi sekitar 65-75% protein pada suatu basis berat kering. Protein sangat menentukan dalam menyusun formulasi pakan ikan. Asam amino yang berasal dari protein ini sangat diperlukan oleh berbagai sel untuk membangun dan memperbaiki jaringan rusak. Kelebihan Asam amino digunakan sebagai sumber energi atau dikonversi ke lemak. Informasi tentang kebutuhan protein kotor ikan menjadi nilai yang menentukan dan data tentang kebutuhan asam amino untuk setiap ikan penting karena mutu protein sangat bergantung kepada komposisi asam amino nya dan penyerapannya. Penentuan tentang kebutuhan asam amino sangat penting karena akan sangat membantu dalam melakukan perancangan diet uji asam amino yang digunakan untuk menentukan kebutuhan asam amino yang diperlukan bagi ikan.

Protein dalam pakan ikan akan saling keterkaitan dengan zat nutrien lainnya, misalnya protein bersama dengan mineral dan air merupakan bahan baku utama dalam pembentukan sel-sel dan jaringan tubuh. Protein

bersama dengan vitamin dan mineral ini berfungsi juga dalam pengaturan suhu tubuh, pengaturan keseimbangan asam basa, pengaturan tekanan osmotik cairan tubuh serta pengaturan metabolisme dalam tubuh. Oleh karena itu ikan yang dibudidayakan harus memperoleh asam amino dari protein makanannya secara terus menerus yang sangat diperlukan bagi pertumbuhan sel dan pembentukan jaringan tubuhnya. Melalui sistem peredaran darah, asam amino ini diserap oleh seluruh jaringan tubuh yang memerlukannya. Pertumbuhan somatik, pertumbuhan kelanjar reproduksi, perkembangan dan pembangunan jaringan baru ataupun perbaikan jaringan yang rusak selalu membutuhkan protein secara optimal yang terutama diperoleh dari asam-asam amino essensial yang bersumber dari pakan ikan yang dikonsumsi.

Ikan tidak mempunyai kebutuhan protein yang mutlak namun untuk menunjang pertumbuhannya ikan membutuhkan suatu campuran yang seimbang antara asam-asam aminoesensial dan asam amino non esensial. Protein yang dibutuhkan ikan dipengaruhi faktor-faktor yang bervariasi seperti ukuran ikan, temperatur air, kecepatan pemberian pakan, ketersediaan dan kualitas pakan alami, kandungan energi keseluruhan yang dapat dihasilkan dari pakan dan kualitas protein.

Kualitas pakan dikatakan rendah apabila kadar asam-asam amino esensial dalam proteinnya juga rendah. Pemilihan bahan dan komposisi bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan pakan akan sangat menentukan kelengkapan dan keseimbangan antara asam-asam amino esensial dan non esensial. Ikan dapat tumbuh normal apabila komposisi asam amino esensial dalam pakan tak jauh berbeda (mirip) dengan asam amino dalam tubuhnya. Oleh karena itu adanya variasi keseimbangan antara asam amino esensial dan non esensial dalam pakan diharapkan dapat memacu pertumbuhan ikan.

Saat ini untuk memudahkan pemberian asam amino essensial dalam pakan ikan telah dibuat asam amino essensial sintetik secara pabrikasi. Asam amino essensial sintetik, adalah asam-asam amino yang sangat dibutuhkan sekali oleh ikan untuk pertumbuhannya dan tidak dapat diproduksi oleh ikan. Asam amino ini dapat diperoleh dari hasil perombakan protein, protein tersebut diperoleh dari sumber bahan baku hewani dannabati. Tetapi ada sumber bahan baku yang kandungan asam aminonya tidak mencukupi. Oleh karena itu bisa ditambahkan asam amino buatan/sintetik ke dalam makanan ikan. Jenis asam amino essensial tersebut adalah : Arginine, Histidine, Isoleucine, Lysine, Methionine, Phenylalanine, Threonine, Tryptophan, Valine dan Leucine.

Selain asam amino zat nutrien yang sangat dibutuhkan bagi larva untuk perkembangbiakannya adalah asam lemak. Asam lemak dapat dikelompokkan seperti asam amino yaitu asam lemak essensial dan asam lemak non essensial. Asam lemak yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan budidaya adalah asam lemak essensial yaitu asam lemak yang sangat diperlukan untuk menunjang pertumbuhan namun tubuh (hati) kurang mampu mensintesisnya oleh karena itu harus disuplai dari pakan. Sedangkan asam lemak essensial yaitu asam lemak yang dapat disintesa oleh tubuh. Asam lemak essesial (Essensial Fatty Acid/EFA) yang sangat diperlukan ikan terdiri dari asam lemak Linoleat, asam lemak Linolenat, asam lemak Eicosapentanoat (EPA) dan asam lemak Dokosaheksanoat (DHA).

Komposisi asam lemak di dalam ikan adalah cenderung dipengaruhi oleh faktor seperti kadar garam, suhu dan makanan. Selain itu kebutuhan asam lemak essensial untuk setiap jenis ikan berbeda antar spesies terutama antara ikan air tawar dan air laut.Ikan memerlukan asam lemak dari

kelompok n-3 dan n-6 dalam komposisi pakannya. Jenis asam lemak yang sangat diperlukan bagi ikan budidaya adalah asam Linolenat (18:3n-3), asam Linoleat (18:2n-6), asam eocosapentaenoat (EPA,20:5n-3) dan asam docosahexaenoat (DHA, 22: 6n-3). Kekurangan asam lemak essensial pada komposisi pakan ikan dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan dan kondisi kekurangan asam lemak essensial dalam waktu yang berkepanjangan akan menyebabkan kematian ikan budidaya. Asam lemak essensial (EFA) kebutuhan sangat berbeda antara satu jenis ikan dengan jenis ikan yang lainnya seperti tertera pada Tabel 11. Pada jenis ikan rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) memerlukan sekitar 1% 18:3n-3 dalam pakannya yaitu kombinasi 18:3n-3 dan 18:2n-6 dalam berbagai proporsi tidak meningkatkan laju pertumbuhan atau konversi pakan ikan laut.

Tabel 11. Kebutuhan asam amino essensial pada beberapa jenis ikan dalam % protein pakan (Akiyama *et al*, 1997)

Jenis ikan	Arg	His	Leu	Lys	Met + Cys	Phe + Tyr	Thr	Trp	Val	Ile
Chum Salmon	6,5	1,6	3,8	5,0	3,0	6,3	3,0	0,7	3,0	2,4
Chinook Salmon	6,0	1,8	3,9	5,0	4,0	5,1	2,2	0,5	3,2	2,2
Coho Salmon	3,2	0,9	3,4	3,8	2,7	4,5	2,0	0,5	2,2	1,2
Channel Catfish	4,3	1,5	3,5	5,1	2,3	5,0	2,2	0,5	3,0	2,6
Common carp	4,3	2,1	3,3	5,7	3,1	6,5	3,9	0,8	3,6	2,5
Catle	4,8	2,5	3,7	6,2	3,4	6,2	5,0	1,0	3,6	2,4
Nile Tilapia	4,2	1,7	3,4	5,1	3,2	5,5	3,8	1,0	2,8	3,1
Milk Fish	5,3	2,0	5,1	4,0	3,3	5,2	4,5	0,6	3,6	4,0
Japaneseeel	4,5	2,1	5,3	5,3	3,2	5,8	4,0	1,1	4,0	4,0
Rainbow trout	3,5	1,6	4,4	5,3	2,7	5,2	3,4	0,5	3,1	2,4
Yellow tail	3,9	2,6	4,7	5,3	2,4	4,5	2,9	0,7	3,0	2,6
White surgeon	4,8	2,3	4,3	5,4	2,2	5,3	3,3	0,3	3,3	3,0
Red drum	3,7	1,7	4,7	5,7	2,9	4,5	2,8	0,8	3,1	2,9

Pada ikan karper (*Cyprinus carpio*), salah satu jenis ikan budidaya air tawar yang paling lama dibudidayakan di dunia memerlukan jenis asam lemak dari

kelompok kedua-duanya yaitu18:2n-6 dan 18: 3n-3. Selain itu komposisi asam lemak dapat memberikan pertambahan berat badan yang terbaik dan konversi pakan yang baik dengan komposisi asam lemak campuran dari1% 18:2n-6 dan 1% 18:3n-3 pada ikan belut (*Anguilla japonica*). Pada ikan budidaya di daerah tropis membutuhkan antara 18:2n-6 dan 18:3n-3 pada level 0,5%. Pada ikan Herbivora didaerah tropis seperti Nila tilapia (*Tilapia nilotica)* membutuhkan asam lemak n-6 ataupun lebih dari n-3. kebutuhan asam lemak dalam komposisi pakan berkisar antara 18:2n-6 atau 20:4n-6 sebanyak 0,5% . Asam lemak n-3 (n-3 HUFA) adalah asam lemak esensial dari beberapa ikan air laut seperti *Red Sea Bream(Chrysophyrs majo)*, dan ikan buntut kuning (*Seriola quinquerodiata*). Kebutuhan asam lemak polyunsaturated rantai yang panjang harus diberikan untuk menambah atom karbon atau melepas hidrogen dari pakan, sebagian besar ikan air laut diperairan dingin membutuhkan asam lemak n-3 (Millamena, 2002).

Penelitian tentang asam lemak esensial dibutuhkan untuk ikan air panas dan spesies ikan di Philiphina menunjukkan bahwa beberapa spesies membutuhkan asam lemak antara n-3 dan n-6 sementara lainnya hanya n-3. Pada ikan bandeng yang dibudidayakan pada air laut dibutuhkan n-3 HUFA dan pertumbuhan yang terbaik didapatkan dengan menggunakan antara Linolenat (18:3n-3) atau n-3 HUFA sebagai sumber lipid. Ikan laut kakap pada stadia juvenil membutuhkan antara n-3 dan n-6 PUFA dengan kadar 0,5% dalam komposisi pakannya atau pada perbandingan n-3/n-6 dengan rasio 1,0. Ikan *Grouper* membutuhkan n-3 HUFA sekitar 1%. Pada juvenil udang windu (*Penaeus monodon*), sekitar 2,6% dari komposisi pakan PUFAnya dapat meningkatkan pertumbuhan sedangkan komposisi 18:2n-6 lebih besar daripada 5% memiliki efek negatif pada pertumbuhan. Kemudian, spesies yang berbeda membutuhkan EFA yang berbeda dan perbedaan lebih jelas pada ikan air panas dari pada ikan air dingin.

Lemak pakan yang kekurangan asam lemak essensial akan memberikan dampak negatif bagi ikan budidaya. Hal ini dikarenakan lemak pakan yang tidak mengandung EFA akan mengakibatkan penurunan kandungan lemak pada hepatopankreas ikan carp. Akumulasi lemak pada hati hewan yang kekurangan EFA dapat mengganggu biosintesis lipoprotein. Selain itu berdasarkan hasil penelitian dari Watanabe (1988) kekurangan EFA akan sangat berpengaruh terhadap spawning/pemijahan *Rainbow trout* dan *seabream* merah, hal ini dikarenakan EFA berperan penting pada fisiologi reproduksi sebagai Tokoferol pada ikan. Selain itu pada *Rainbowtrout* dewasa yang memakan lemak kekurangan EFA pada usia tiga bulan sebelum telur matang, maka telur yang dihasilkan memiliki daya tetas yang rendah. Dengan memberikan EFA sebanyak 1% yaitu asam lemak Linoleat ternyata kondisi penetasan telur dapat ditingkatkan. Dampak negatif lainnya jika kekurangan EFA pada telur ikan yang telah dibuahi maka akan terjadi perubahan bentuk/deformasi tubuh dan larva menjadi abnormal. Dengan adanya perubahan bentuk tubuh, kecacatan larva maka pertumbuhan ikan tersebut akan terlambat.

Pemenuhan kebutuhan akan asam lemak essensial oleh larva ikan dapat dipenuhi dengan pemberian sumber pakan yang tepat yang berasal dari hewani dan nabati pada pengkayaan pakan alami seperti minyak ikan dan minyak jagung. Pada umumnya komposisi minyak ikan laut lebih komplek danmengandung asam lemak tak jenuh berantai panjang pada minyak ikan laut terdiri dari asam lemak C18, C20 dan C22 dengan kandungan C20 dan C22 yang tinggi dan kandungan C16 dan C18 yang rendah. Sedangkan kandungan asam lemak ikan air tawar mengandung C16 dan C18 yang tinggi serta C20 dan C22 yang rendah. Komposisi lain yang terkandung dalam minyak ikan adalah Lilin Ester, Diasil Gliserol Eter, Plasmalogen Netral dan Fosfolipid. Terdapat pula sejumlah kecil fraksi yang tak tersabunkan, antara

lain adalah : vitamin, sterol, hidrokarbon dan pigmen, dimana komponen-komponen ini banyak ditemukan pada minyak hati ikan bertulang rawan.

Bahan yang kaya akan asam lemak n-6 umumnya banyak dikandung oleh minyak yang berasal dari tumbuhan. Minyak jagung mengandung asam lemak Linoleat (n-6) sekitar 53%. Minyak jagung diperoleh dengan jalan ekstraksi bagian lembaga, baik dengan tekanan tinggi maupun dengan jalan ekstraksi menggunakan pelarut. Dalam pembuatan bahan emulsi untuk memperkaya *Daphnia* sp dapat ditambahkan juga kuning telur ayam mentah dan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*). Kandungan asam lemak dari beberapa bahan yang dapat dipergunakan untuk membuat emulsi bioenkapsulasi dapat dilihat pada Tabel 12.

Oleh karena itu dalam proses pengkayaan para pembudidaya melakukan penelitian tentang penambahan zat gizi essensial ini pada pakan alami agar kandungan zat gizi essensial di dalam pakan alami meningkat dan asupan zat gizi tersebut akan dikonsumsi oleh ikan yang diberi pakan alami yang sudah dilakukan pengkayaan. Dengan pemberian zat gizi yang diperkaya dalam pakan alami maka kelangsungan hidup dan perkembangbiakan larva menjadi lebih baik.

b. Pigmen

Pigmen, adalah zat pewarna yang dapat diberikan dalam komposisi pakan buatan yang peruntukkannya untuk pakan ikan hias, dimana pada ikan hias yang dinikmati adalah keindahan warna tubuhnya sehingga dengan menambahkan pigmen tertentu ke dalam pakan buatan akan memunculkan warna tubuh ikan hias yang indah sesuai dengan keinginan pembudidaya. Jenis pigmen yang ada dapat diperoleh dari bahan-bahan alami atau sintetik seperti pigmen Karoten , Astaxantin dan sebagainya. Dosis pemberian

pigmen dalam komposisi pakan biasanya berkisar antara 5 – 10%. Pada proses pengkayaan pigmen diberikan dengan menggunakan bahan yang mengandung pigmen alami yaitu wortel dan diberikan pada media tumbuh zooplankton dan zooplankton tersebut diberikan kepada ikan.

c. Prophylactics

Prophylactics adalah istilah dalam dunia kedokteran yang diambil dari bahasa Inggris yang mempunyai arti pengetahuan tentang sesuatu untuk menjaga agar tidak terserang penyakit. Dalam hal ini jika diaplikasikan dalam dunia perikanan berarti perlakuan yang diberikan kepada larva atau benih agar larva atau benih ikan tersebut mampu menjaga dirinya dari serangan hama dan penyakit. Larva atau benih ikan yang dipelihara dalam wadah budidaya dapat terserang hama dan penyakit.

Penyakit adalah terganggunya kesehatan ikan yang diakibatkan oleh berbagai sebab yang dapat mematikan ikan. Secara garis besar penyakit yang menyerang ikan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu penyakit infeksi (penyakit menular) dan non infeksi (penyakit tidak menular). Penyakit menular adalah penyakit yang timbul disebabkan oleh masuknya makhluk lain ke dalam tubuh ikan, baik pada bagian tubuh dalam maupun bagian tubuh luar. Makhluk tersebut antara lain adalah virus, bakteri, jamur dan parasit. Penyakit tidak menular adalah penyakit yang disebabkan antar lain oleh keracunan makanan, kekurangan makanan atau kelebihan makanan dan mutu air yang buruk.

Tabel 12. Kandungan komposisi beberapa bahan bioenkapsulasi

Komposisi asam lemak	Minyak ikan lemuru (%)	Minyak jagung (g/100g)	Kuning telur ayam (g/100g)	Ragi roti (% total asam lemak)	Minyak ikan lemuru (%)
SFA			23,869		
C 14 : 0	-	1		1,1	12,68
C 16 : 0	20,5	14		11,2	20,41
C 18 : 0	7,1	2		88,4	3,82
C 20 : 0	-	Trace		()	0,52
C 22 : 0	()	Trace		()	0,34
MUFA					
C 16 : 1	10,2	Trace	()	14,2	12,42
C 18 : 1	8,2	30	()	38,0	4,45
C 20 : 1	3,1	-	()	1,6	2,70
PUFA					
C 18 : 2	-	50	10,202	15,1	1,17
C 18 : 3	1,0	2	0,377	6,4	0,88
C 20 : 2	()	-	()	()	0,16
C 20 : 3	2,8	()	()	()	0.40
C 20 : 4	5,2	()	1,419	()	2,53
C 20 : 5	17	()	0,012	()	10,61
C 22 : 2	Trace	()	()	()	-
C 22 : 3	Trace	()	()	()	-
C 22 : 4	1,2	()	()	()	0,16
C 22 : 5	3,3	()	()	()	1,81
C 22 : 6	6,4	()	0,629	()	6,28
Sumber	Winarno (1993)	Gurr (1992)	Yuhendi (1998)	Watanabe (1988)	Dualantus (2003)

Keterangan :
SFA : Saturated Fatty Acid
MUFA : Monounsaturated Fatty Acid
PUFA : Polyunsaturated Fatty Acid
() : tidak ada data
- : tidak terdeteksi

Penyakit yang muncul pada ikan selain di pengaruhi kondisi ikan yang lemah juga cara penyerangan dari organisme yang menyebabkan penyakit tersebut. Faktor-faktor yang menyebabkan penyakit pada ikan antara lain :

1. Adanya serangan organisme parasit, virus, bakteri dan jamur.
2. Lingkungan yang tercemar (amonia, sulfida atau bahan-bahan kimia beracun)
3. Lingkungan dengan fluktuasi ; suhu, pH, salinitas, dan kekeruhan yang besar
4. Pakan yang tidak sesuai atau gizi yang tidak sesuai dengan kebutuhan ikan
5. Kondisi tubuh ikan sendiri yang lemah, karena faktor genetik (kurang kuat menghadapi perubahan lingkungan).

Oleh karena itu untuk mencegah serangan penyakit pada ikan dapat dilakukan dengan cara antara lain ; mengetahui sifat dari organisme yang menyebabkan penyakit, pemberian pakan yang sesuai (keseimbangan gizi yang cukup), hasil keturunan yang unggul dan penanganan benih ikan yang baik (saat panen dan transportasi benih).Pada prinsipnya penyakit yang menyerang ikan tidak datang begitu saja, melainkan melalui proses hubungan antara tiga faktor, yaitu kondisi lingkungan (kondisi di dalam air), kondisi inang (ikan) dan kondisi jasad patogen (agen penyakit). Dari ketiga hubungan faktor tersebut dapat mengakibatkan ikan sakit. Sumber penyakit atau agen penyakit itu antara lain adalah parasit, cendawan atau jamur, bakteri dan virus. Oleh karena itu dalam proses pengkayaan dengan menggunakan bahan-bahan yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh atau sistem imun dalam tubuh ikan bisa diberikan tambahan vitamin dan mineral.

Vitamin dan mineral dibutuhkan dalam jumlah sedikit karena tidak dapat dibuat sendiri oleh tubuh ikan maka dalam pembuatan pakan harus

ditambahkan. Jumlah pemberian vitamin dan mineral dalam pakan buatan berkisar antara 2 – 5%. Vitamin dan mineral untuk membuat pakan ikan dapat dibuat sendiri yang disebut vitamin premix atau membelinya ditoko. Vitamin dan mineral dijual ditoko penggunaannya sebenarnya untuk ternak tetapi dapat juga digunakan untuk ikan. Merek dagang vitamin dan mineral tersebut antara lain adalah Aquamix, Rajamix, P fizer Premix A, P frizer Premix B, Top Mix, Rhodiamix 273. Untuk proses pengkayaan vitamin dan mineral yang digunakan adalah vitamin dan mineral murni tidak tercampur dengan bahan carrier. Karena pada saat membuat vitamin dan mineral premix komposisi vitamin dan mineralnya tidak banyak dan yang terbanyak adalah bahan pengisi atau carrier dalam bentuk tepung maizena atau tepung terigu bisa juga dedak.

d. Therapeutics

Therapeutics adalah kata dalam bahasa Inggris yang berarti ilmu pengetahuan dan teknik yang digunakan untuk mengembalikan kesehatan. Dalam ilmu *Therapeutics* ini berkaitan dengan bahan atau obat-obatan untuk mengembalikan kesehatan. Dalam aplikasi di dunia perikanan *Therapeutics* bisa diartikan antibiotik. Antibiotik, adalah zat atau suatu jenis obat yang biasa ditambahkan dalam komposisi pakan untuk menyembuhkan ikan yang terserang penyakit oleh bakteri. Dengan pemberian obat dalam pakan yang berarti pengobatan dilakukan secara oral mempermudah pembudidaya untuk menyembuhkan ikan yang sakit. Dosis antibiotik yang digunakan sangat bergantung pada jenis penyakit dan ukuran ikan yang terserang penyakit.

Dalam aplikasi pengayaan obat-obatan yang diberikan kepada larva atau benih ikan adalah obat-obatan yang berfungsi untuk menyembuhkan ikan dari serangan penyakit oleh bakteri. Oleh karena itu jenis obat yang diberikan sangat bergantung pada jenis penyakitnya.

Teknik Enrichment

Teknik *enrichment* atau pengkayaan dilakukan oleh para akuakulturis untuk meningkatkan kelangsungan hidup larva atau benih ikan. Kematian yang tinggi pada fase ini membuat kerugian yang tidak sedikit bagi para pembudidaya. Upaya dilakukan agar larva yang masih sangat kecil dan organ pencernaannya belum sempurna memperoleh asupan gizi yang cukup untuk pertumbuhannya. Asupan gizi yang cukup pada awal pemeliharaan akan sangat menentukan kesehatan benih ikan selanjutnya. Teknik pengkayaan telah banyak dilakukan di beberapa negara sehingga para ahli ada yang mengelompokkan teknik pengkayaan tersebut dengan asal dimana para peneliti melakukan teknik pengkayaan yaitu :

1. Teknik British, teknik pengkayaan menggunakan alga uniseluler.
2. Teknik Jepang, teknik pengkayaan menggunakan omega ragi atau emulsi yang ditambahkan ragi roti dengan cara langsung ataupun tidak langsung.
3. Teknik Perancis, teknik pengkayaan menggunakan kompos.
4. Teknik Belgia, teknik pengkayaan menggunakan Microparticulated.

Perkembangan teknik pengkayaan didukung oleh beberapa faktor yang sangat menentukan keberhasilan proses pengkayaan yaitu kondisi penetasan atau kondisi kultur pakan alami yang akan di beri pengkayaan, waktu pengkayaan yang tepat agar zat yang berguna sebagai pengkaya tepat diberikan pada zooplankton dan larva atau benih yang akan mengkonsumsi pakan alami tersebut, berapa banyak zat pengkaya yang harus ditambahkan agar berdampak terhadap larva atau benih ikan yang akan mengkonsumsi pakan alami yang telah diperkaya dan berapa lama zat pengkaya tersebut bisa tetap berada di dalam pakan alami tanpa mengurangi nilai gizi dari zat pengkaya tersebut sampai dikonsumsi oleh larva atau benih ikan. Proses pengkayaan ini harus dilakukan pada kondisi perairan yang optimal untuk pakan alami

sehingga tidak ada bias antara nutrisi yang diperkaya dengan kondisi pakan alami tersebut. Sehingga saat ini banyak sekali muncul penelitian yang mempelajari tentang teknik pengkayaan dan pengaruhnya terhadap larva atau benih ikan yang akan mengkonsumsinya.

Dari beberapa penelitian tentang pengkayaan yang sedang banyak dilakukan penelitian antara lain adalah:

1. Penambahan kandungan nutrisi
2. Teknik *Enrichment* n-3 HUFAs dengan cara:
    a. Mikroenkapsulasi minyak yang mengandung n-3 HUFAs dalam konsentrasi tinggi
    b. *Emulsified marine oils rich* dengan omega-3 HUFAs
    c. Mikroalga(*Nannochloropsis occulat*)
3. Teknik *Enrichment* Vitamin C
    a. Pemberian pakan dengan *baker's yeast* (150 mg Vit C/g DW)
    b. Pemberian pakan dengan *Chlorella* (2300 mg Vit C/g DW)
4. Teknik *Enrichment* protein: dengan pemberian Protein Selco(R) dengan konsentrasi 125 mg/L air laut sebanyak 2 kali, selang waktu 3-4 jam

Menurut Watanabe (1988) zooplankton dapat ditingkatkan mutunya dengan teknik bioenkapsulasi dengan menggunakan teknik *omega yeast* (ragi omega). Omega tiga merupakan salah satu jenis asam lemak tidak jenuh tinggi yaitu asam lemak yang mengandung satu atau lebih ikatan rangkap. Asam lemak ini tidak dapat disintesis di dalam tubuh dan merupakan salah satu dari asam lemak essensial.

Selain itu dari hasil penelitian ragi roti mengandung *monoethylenic fatty acid* yaitu asam lemak dari kelompok monoethyl tetapi tidak mengandung asam lemak essensial seperti omega 3 HUFA (*High Unsaturated Fatty Acid*) yang sangat dibutuhkan bagi larva dan benih ikan. Oleh karena itu dalam perlakukan

pengayaan dengan memakai ragi roti biasanya selalu ditambahkan minyak ikan atau minyak hati sebagai suplemen ke dalam media kultur ragi roti. Dengan perlakuan tersebut maka akan menghasilkan kadar lemak dan omega tiga HUFA yang tinggi dan mengandung juga asam lemak essensial yang tinggi.

Ada dua metode yang dapat dilakukan untuk meningkatkan mutu pakan alami yaitu :

1. *Indirect Method* yaitu metode tidak langsung.

   Metode pengkayaan zooplankton secara tidak langsung dilakukan dengan cara memelihara zooplankton dengan media Chlorella dan ragi roti *Saccharomyces cerevisiae*, dengan dosis sebanyak 1 gram yeast/10^6 sel/ml air laut perhari.

2. *Direct Method* yaitu metode langsung.

   Metode pengkayaan zooplankton secara tidak langsung adalah dengan cara membuat emulsi lipid.Lipids yang mengandung ω 3 HUFA di homogenisasi dengan sedikit kuning telur mentah dan air yang akan menghasilkan emulsi dan secara langsung diberikan kepada pakan alami dicampur dengan ragi roti. Tahapannya :

   - Pembuatan emulsi lipid (*mayonnaise*)
   - Pengecekkan ke Homogenisasi emulsi dibawah mikroskop
   - Pencampuran dengan ragi roti
   - Pemasukan emulsi ke dalam media pakan alami
   - Pemberian pakan alami langsung ke larva ikan



Gambar 21. Emulsi lipid

Pengaruh *Enrichment* pakan alami

Penelitian dan aplikasi pengkayaan pada zooplankton yaitu *Artemia salina*, Rotifera (*Brachionus* sp), dan *Daphnia* sudah banyak dilakukan karena dengan pemberian bahan pengkaya mempunyai dampak terhadap kelangsungan hidup dan pertambahan bobot ikan yang diberi pakan alami yang sudah diperkaya. Berdasarkan hasil penelitian Yulitine (2012) dengan memberikan bahan pengkaya berupa minyak jagung dan minyak kemiri seperti tertera pada Tabel 13 dan Gambar 22 dan 23.

Tabel 13. Perlakukan pengakayaan Rotifera (Yulintine, 2012)

Kode Perlakuan	Perlakuan	Dosis pengkayaan (g dalam 1 liter media)
A (0: 0)	Kontrol	0
B (1:0)	J (100%)	3 (J)
C (0:1)	K (100%)	3 (K)
D (1:1)	J (50%)+ K (50%)	1,5 (J) + 1,5 (K)
E (1:3)	J (25%)+ K (75%)	0,75 (J) + 2,25 (K)
F (3:1)	J (75%)+ K (25%)	2,25 (J) + 0,75 (K)



Gambar 22. Kelangsungan hidup (SR) larva ikan betok (*Anabas testudineus* Bloch) yang diberi Rotifera yang diperkaya dengan minyak jagung dan minyak kemiri (Yulintine, 2012)



Gambar 23. Kelangsungan hidup (SR) larva ikan betok (*Anabas testudineus* Bloch) yang diberi Rotifera yang diperkaya dengan minyak jagung dan minyak kemiri (Yulintine, 2012)

Teknik Pemberian pakan yang sudah diperkaya

Pengkayaan Rotifer dan Artemia.

Rotifer (*Brachionus rotundiformis*) dikultur pada bak beton dengan pakan berupa *Nannochloropsis* sebanyak 4 x 10^7- 16 x 10^7. Untuk meningkatkan kandungan nutrien dalam Rotifer, pada media Rotifer juga ditambahkan ragi roti sebanyak 0.2 gram/10^6 individuRotifer. Setelah kepadatan meningkat menjadi 150-250 individu/ml maka Rotifer dipanen. Untuk pengkayaan maka Rotifer dengan kepadatan 250-500 individu/ml dipelihara dalam wadah 10 liter. Bahan pengkaya terdiri dari EPA28G (27,63% EPA dan 8,61% DHA) dan DHA70G (70% DHA dan 20% EPA) dengan perbandingan 1:1. Rotiferdiperkaya dengan metode langsung (Takeuchi *et al*., 1992) selama 6 jam pada suhu 28 – 30 °C.

Pengkayaan terhadap *Artemia* dilakukan pada stadia nauplii yang baru menetas dalam wadah 5 – 10 liter dengan kepadatan 150-200 naupli/ml. Kemudian *Artemia* diperkaya selama 8 jam pada suhu 28 – 30 °C dengan metode yang sama.

Penelitian ini merupakan studi mengenai pengaruh pengkayaan menggunakan EPA 28G (27,63% EPA) dan DHA 70G (70% DHA murni) dalam pengkayaan *Artemia* terhadap kelangsungan hidup dan perkembangan larva Rajungan. Pemberian *Artemia* yang telah diperkaya dengan EPA 28G dan DHA 70G dengan perbandingan 1:1, memberikan hasil yang tidak signifikan terhadap tingkat kelangsungan hidup dan waktu perkembangan larva, namun signifikan terhadap pertumbuhan karapas pada saat crab 1 Rajungan.

Pengkayaan pakan alami dengan sumber lemak dan asam lemak akan mempengaruhi kandungan lemak dan asam lemak yang ada dalam pakan

alami. Pakan alami yang diberikan pada larva rajungan ada dua jenis yaitu Rotifer (*Brachionus rotudiformis*) yang diperkaya dengan minyak ikan dan minyak jagung (15%:85%) dan *Artemia*, yaitu ada yang tidak diperkaya dan ada yang diperkaya dengan menggunakan EPA 28G dan DHA 70G (1:1).

MENYIAPKAN MEDIA ENRICHMENT

Enrichment berasal dari bahasa Inggris yang mempunyai arti pengkayaan. Pengkayaan di dalam pakan ikan bertujuan untuk meningkatkan mutu/kualitas pakan . Pakan yang dapat dilakukan pengkayaan bisa pakan alami maupun pakan buatan. Jenis bahan yang biasanya digunakan untuk pengkayaan pakan antara lain adalah :

1. Asam lemak tidak jenuh tinggi (Ω3 HUFA/*High Unsaturated Fatty acid*), misalnya minyak ikan
2. Nutrient essensial yaitu zat gizi yang tidak dapat disintesis oleh tubuh ikan.
3. Pigmen
4. Vitamin
5. Hormon

Jenis pakan yang dapat dilakukan pengkayaan adalah pakan alami dan pakan buatan. Cara pengkayaan pada pakan buatan dapat dilakukan dengan mencampur bahan pengkayaan ke dalam bahan baku pakan lainnya dalam proses pembuatan pakan. Pakan alami yang dapat dilakukan pengkayaan adalah dari kelompok zooplankton yaitu mikroorganisme yang melayang-layang didalam perairanmengikuti pergerakan arus berupa jasad hewani. Beberapa jenis zooplankton yang dapat dilakukan pengkayaan adalah *Artemia salina, Daphnia, Moina* dan Rotifer.

Metode pengkayaan pada pakan alami zooplankton ada dua macam yaitu :

1. Metode tidak langsung, yaitu metode pengkayaan pakan alami dengan cara memelihara zooplankton dengan media phytoplankton (*Chlorella*) dan ragi roti/*the bakers yeastSaccharomyces cerevisiae*.Dosis ragi yang digunakan adalah satu gram *yeast* per satu juta sel permililiter air laut perhari.
2. Metode langsung , yaitu metode pengkayaan pakan alami dengan cara membuat larutan emulsi lipid dan langsung diberikan kepada pakan alami dicampur dengan ragi roti. Dalam metode langsung ini ada beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu :
   a. Pembuatan emulsi lipid (*mayonnaise*)
   b. Pengecekkan ke homogenisasi emulsi dibawah mikroskop
   c. Pencampuran dengan ragi roti
   d. Pemasukkan emulsi ke dalam media pakan alami
   e. Pemberian pakan alami langsung ke larva ikan

Proses pembuatan larutan emulsi lipid dilakukan dengan cara :

1. Siapkan 5 gram minyak ikan dan lakukan homogenisasi dengan mixer selama 2 – 3 menit.
2. Tambahkan ke dalam minyak ikan tersebut vitamin yang larut dalam air (vitamin C atau Vitamin B) sebanyak 10 gram dan 1 gram kuning telur mentah.
3. Tambahkan 100 ml air suling dan lakukan homogenisasi dengan mixer selama 2 – 3 menit.
4. Periksalah kehomogenan larutan emulsi lipid dibawah mikroskop

Proses pengkayaan zooplankton dengan metode langsung ini dilakukan dengan cara :

1. Ambil sebanyak 20 ml larutan emulsi lipid

2. Tambahkan 5 gram ragi roti dan dicampur dengan 100 ml air kultur zooplankton
3. Masukkan larutan tersebut ke dalam wadah budidaya zooplankton
4. Jumlah zooplankton yang dapat mengkonsumsi larutan emulsi tersebut berbeda , untuk *Artemia* jumlah nauplii sebanyak 100-200 nauplii permililiter. Untuk Rotifer jumlah nya adalah 500 – 1000 individu permililiter.
5. Lakukan perendaman zooplankton dalam larutan emulsi tersebut selama 3 – 6 jam

Pengkayaan yang dilakukan pada *Daphnia* berbeda dengan *Artemia* dan Rotifer dimana yang membedakannya adalah dosis nutrient yang ditambahkan pada saat akan membuat larutan emulsi lipid. Larutan emulsi lipid yang akan diberikan pada *Daphnia* adalah mencampurkan 0,1 ml minyak ikan, ditambah 8,3 mg ragi roti, ditambah 8,3 mg kuning telur dan 100 ml air. Larutan emulsi tersebut diberikan pada wadah budidaya *Daphnia*, dengan lama perendaman tiga jam.

Macam-macam media Enrichment untuk zooplankton :

1. Media mengandung 83 mg ragi roti, 0,2 gram campuran minyak ikan dan minyak jagung, 83 µl kuning telur mental ditambah 100 ml air, ditambahkan Vitamin C (*Ascorbic acid ethyl celluluse*) sebanyak 2 g/l dilakukan pencampuran selama 3 menit. Media tersebut digunakan untuk volume 1 liter jika akan membuat media lebih banyak dari satu liter dilakukan konversi untuk setiap bahan baku sesuai formula tersebut.

2. Media mengandung minyak ikan sebanyak 0,01 ml/l, ragi 1 gram, kuning telur mentah 0,1 ml, minyak ikan 0,12 ml, tambahkan air sebanyak 100 ml dan dilakukan pencampuran selama 3 menit sampai homogen. Media ini

memberikan hasil yang terbaik pada perendaman selama 6 jam dengan kepadatan pengkayaan 10.000 ekor/liter .

3. Media mengandung vitamin C sebanyak 2 g/l, ditambah 83 µl kuning telur ditambah 0,0083 mg ragi roti ditambah 0,2 gram minyak jagung dan ditambah air sebanyak 100 ml. Media ini optimal memberikan hasil terbaik jika dilakukan perendaman selama 5 jam dengan padat penebaran *Daphnia* sebanyak 10.000 ekor/liter.

Enrichment Rotifera dengan bakteri probiotik

Rotifer (*Brachionus plicatilis*) adalah pakan alami yang paling banyak digunakan untuk usaha pembenihan, terutama pada stadia awal larva ikan. Rotifer memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan pakan alami lainnya, seperti ukurannya yang relatif kecil, tetap bertahan di kolom air dan tidak mengendap, bergerak dengan kecepatan yang rendah dan laju perkembangbiakan yang cukup tinggi. Rotifer memerlukan nutrien yang baik untuk meningkatkan nilai gizi untuk pertumbuhan. Kendala yang sering dihadapi dalam kultur Rotifer adalah menurunnya nilai gizi yang dikandung akibat rendahnyanya kualitas dan kuantitas phytoplankton, akibatmetode kultur, dan periode kultur (Dhert, 1996). Penurunan kualitas Rotifer sangat berpengaruh pada proses fisiologi terutama pada kandungan nutrisi essensial seperti kandungan asam lemak. Optimalisasi asupan nutrien tentunya sangat berpengaruh terhadap peningkatan kualitas nutrisi Rotifer. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk optimalisasi asupan nutrisi Rotifer adalah dengan metode pengkayaan (*enrichment*) beberapa saat sebelum Rotifer diberikan pada larva.

Karakteristik Rotifer yang bersifat sebagai *bio-capsule* dapat dijadikan pengantar suatu bahan untuk disampaikan kepada larva ikan yang akan

memangsanya, sehingga kualitas Rotifer sangat menentukan kualitas larva ikan. Pengkayaan merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas gizi Rotifer. Salah satu usaha pengkayaan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas nutrien Rotifer terutama EPA dan DHA adalah penggunaan probiotik seperti *Bacillussp.*

Bacillus sp. memiliki kemampuan berasosiasi di dalam saluran pencernaan untuk meningkatkan absorbsi nutrien dan memproduksi asam lemak (Park & Reardon, 1996). Hirata *et al.* (1998) memperoleh tingkat pertumbuhan yang cepat dengan pemberian *Bacillus sp.* pada media kultur pengkayaan Rotifer. Ringo *et al.* (1992) menyatakan bakteri memiliki peran penting pada organisme air karena memiliki peran dalam pembentukan dan perbaikan susbstansi sel atau mikro nutrien seperti asam lemak esensial. Lewis *et al*. (1998) menunjukkan peningkatan kandungan asam lemak esensial (rantai panjang) dengan melakukan *enrichment* pada *Brachionus plicatilis* dengan menggunakan bakteri.

Kepadatan Rotifer yang digunakan pada penelitian ini adalah 1.000 ind./mL. Wadah penelitian berupa bak *policarbonate* berukuran 1 m^3 dengan pemberian aerasi pada setiap wadah penelitian. Kepadatan *Nannochloropsis sp.* yang digunakan sebagai media kultur adalah 10^5 sel/mL. Probiotik *Bacillus sp.* dari produk komersial yang berbentuk spora. Spesies bakteri terdiri atas *Bacillus subtilis, Bacillus pumilus* dan *Bacillus licheformis* dengan kepadatan 2 x 10^{10}cfu/g.CFU adalah singkatan dari *Colony Forming Unit* yang mencerminkan satuan mikroba yang membentuk sebuah koloni. Satuan pembentuk koloni adalah sel tunggal atau sekumpulan sel yang jika ditumbuhkan dalam cawan akan membentuk satu koloni.

Rotifer yang digunakan merupakan hasil kultur massal pada bak beton berukuran 10 m^3 sebanyak 40 buah bak. *Nannochloropsis sp.* yang digunakan

juga merupakan hasil kultur massal dengan menggunakan bak fiber bervolume 25 m^3 sebanyak 4 buah. Pengaktifan spora bakteri dilakukan dengan merendam dalam air tawar pada toples dengan dosis 1 g/L selama 1 jam untuk setiap perlakuan, kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan plankton net ukuran 20 µm untuk membuang sisa kotoran dalam proses aktivitasi bakteri. Air hasil saringan kemudian ditebar ke dalam tiap–tiap wadah penelitian.

Proses pengkayaan Rotifer dilakukan sesuai dengan periode pengkayaan pada setiap perlakuan. Setiap wadah penelitian diberikan aerasi kuat untuk membantu proses oksigenisasi mengingat kepadatan yang cukup tinggi. Setelah Rotifer diperkaya dengan *Bacillus sp.* sesuai periodeperlakuan, kepadatan Rotifer dihitung, selanjutnya dilakukan pemanenen Rotifer dengan jalan disaring menggunakan plankton net ukuran 40 µm. Setelah sampel Rotifer kering, dimasukkan ke dalam plastik sampel dan *Eppendorf*, kemudian dimasukkan ke dalam*coolbox*.

Analisa kandungan EPA dan DHA dilakukan dengan metode *Gas Chromatography* (GC). Sampel untuk pengukuran asam lemak diambil pada akhir penelitian untuk tiap-tiap perlakukan kemudian dilakukan pengeringan sampel dengan *freeze dryer* selama 24 jam. Kebutuhan sampel untuk analisis EPA dan DHA Rotifer sebanyak 20 g kering.

Hasil pengamatan terhadap kandungan EPA dan DHA Rotifer pada perlakuan periode pengkayaan yang berbeda dengan *Bacillussp.* memberikan peningkatan nilai seiring dengan bertambahnya waktu pengamatan. Secara umum peningkatan asam lemak EPA terjadi pada perlakuan D (15 Jam) dan DHA pada perlakuan C (10 Jam). Jenis asam lemak essensial EPA dan DHA pada Rotifer yang dibutuhkan oleh larva ikan adalah jenis asam lemak yang memiliki rantai panjang karena tidak mampu disintesa oleh larva kultivan. Nilai rata-rata

kandungan asam lemak esenssial pada perlakuan pengkayaan dengan *Bacillussp.* memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Kandungan DHA Rotifer mengalami peningkatan dengan cepat pada 5 jam pertama kemudian mengalami perlambatan kandungan DHA sampai pada ke 10, kemudian mengalami penurunan kandungan DHA seiring dengan waktu penelitian. Nilai rata –rata asam lemak DHA Rotifer berturut – turut adalah perlakuan A (0 Jam) sebesar 1,206 ± 0,005 g, perlakuan B (5 jam) sebesar 2,909 ± 0,010 g, perlakuan C (10 jam) sebesar 3,542 ± 0,005 g dan perlakuan D (15 jam) sebesar 3,341 ± 0,001 g. Sedangkan pada kontrol diperoleh nilai rata-rata kandungan DHA Rotifer setiap perlakuan adalah A (0 Jam) sebesar 1,206 ± 0,006 g, perlakuan B (5 jam) sebesar 0,780 ± 0,002 g, perlakuan C (10 jam) sebesar 1,720 ± 0,020 g dan perlakuan D (15 jam) sebesar 0,980 ± 0,001 g.

Peningkatan asam-asam lemak ini disebabkan karena bakteri *Bacillussp.* mampu mengoptimalkan proses penyerapan nutrien pada Rotifer. Kandungan asam-asam lemak pada Rotifer dengan menggunakan *Bacillussp.* menunjukkan peningkatan yang cukup tinggi dibandingkan dengan kontrol. Hal ini disebabkan karena *Bacillussp.* mampu menjaga kualitas media pemeliharaan, juga berfungsi dalam proses pencernaan dan penyerapan nutrisi yang lebih optimal. *Bacillussp.* mampu menghasilkan asam-asam lemak esenssial seperti EPA dan DHA. Hasil penelitian ini sama dengan yang diperoleh oleh Lewis *et al*. (1998) menunjukkan peningkatan kandungan asam lemak esensial (EPA dan DHA) dengan melakukan *enrichment* pada *Brachionus plicatilis* dengan menggunakan bakteri. Melalui pengkayaan dengan menggunakan materi yang mampu memproduksi asam lemak seperti bakteri *Bacillus* sp akan meningkatkan kandungan asam-asam lemak essensial pada Rotifer (Farzanfar, 2006; Jafaryan *et al.*, 2008).

Peningkatan nutrisi Rotifer dalam kandungan asam lemak essensial seperti EPA dan DHA dapat meminimalkan salah satu penyebab kematian massal dalam kultur Rotifer seperti kandungan asam lemak essensialnya sangat kurang sehingga proses pertumbuhan dan reproduksi akan terganggu. Purba (1995),

mengatakan bahwa kekurangan asam lemak essensial dapat mengakibatkan pertumbuhan yang lambat dan meningkatkan kematian.

Pengkayaan *Daphnia* sp dengan cairan rumen sapi sebanyak 60 ml/l media selama 3 jam dapat meningkatkan kualitas pakan alami *Daphnia* sp. Sintasan Hidup dan Laju pertumbuhan relative dan larva ikan betok pada perlakuan A yaitu pemberian pakan *Daphnia*sp dari umur 5 hari setelah habis kuning telur sampai 15 hari dilanjutkan pakan buatan berbentuk tepung sampai 25 hari memberikan hasil yang terbaik (Indira, 2011).

Brachionus dan nauplius *Artemia* merupakan pakan alami yang cocok diberikan pada pemeliharaan larva, karena selain ukurannya yang kecil juga memiliki nilai nutrisi yang cukup baik yakni mengandung asam-asam amino esensial dalam jumlah yang cukup. Didasarkan atas berat kering (hasil penelitian), diketahui bahwa *Brachionus* mempunyai kandungan protein sekitar 36,06 - 42,50%, karbohidrat 16,65% dan lemak 8,32 - 10,48%, sedangkan *Artemia* mengandung protein kasar sekitar 58%. Namun dari beberapa hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa *Brachionus* dan *Artemia* memiliki kandungan asam lemak w-3 HUFA (w-3 *highly unsaturated fatty acids*) yang sangat rendah, terutama asam-asam lemak 20:5w-3 (*EicosaPentaenoic Acid*, EPA) dan 22:6w-3 (*DocosaHexaenoic Acid*, DHA). Padahal EPA dan DHA merupakan asam lemak tidak jenuh berantai panjang yang mempunyai peranan yang sangat penting dalam menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva. Asam lemak tersebut bersifat esensial sehingga harus diperoleh dari luar tubuh (pakan).

Melalui aplikasi bioteknik inovatif (bioenkapsulasi) dengan cara memperkaya pakan hidup (*Brachionus* dan *Artemia*) dengan nutrien esensial, seperti asam lemak w-3 HUFA dan vitamin maka nutrisi pakan larva dapat ditingkatkan dan

sekaligus mendukung keberhasilan usaha tersebut. Bahkan dewasa ini penggunaan probiotik dalam mendukung keberhasilan produksi benih telah dikembangkan dalam usaha akuakultur. Suplementasi nutrien esensial (asam lemak w-3 HUFA) ke dalam *Brachionus* dan *Artemia* dimungkinkan melalui teknik bioenkapsulasi (pengkayaan). Keberhasilan bioteknik tersebut telah dibuktikan dengan beberapa hasil penelitian seperti yang dilakukan oleh Clawson dan Lovell (1992) pada ikan sea bass, Alava dan Kanazawa (1996) pada ikan bandeng; Furuita dkk. (1996) pada ikan *red sea bream* dan peneliti-peneliti lainnya yang telah berhasil meningkatkan kelangsungan hidup larva ikan. Demikian pula halnya penelitian dengan suplementasi asam lemak w-3 HUFA melalui teknik pengkayaan pada *Brachionus* dan nauplius *Artemia* terhadap larva udang dan kepiting bakau.

Suplementasi asam lemak w-3 HUFA dalam pakan larva juga meningkatkan laju pertumbuhan, dan ketahanan larva terhadap stres. Fungsi utama asam lemak esensial berhubungan dengan peranannya sebagai komponen fosfolipid dan sebagai precursor prostaglandin. Asam lemak esensial, terutama kelompok HUFA (*Highly Unsaturated Fatty Acids*) dan PUFA (*Poly Unsaturated Fatty Acids*) mempunyai peranan yang sangat penting untuk kegiatan metabolisme tubuh organisme, komponen membran (fosfolipid dan kolesterol), hormon (metabolisme steroids dan vitamin D), aktivasi enzim-enzim tertentu, dan prekursor dari prostanoids dan leucocrit. Asam lemak esensial terdapat dalam konsentrasi tinggi pada fosfolipid dan mempunyai peranan penting dalam mempertahankan fleksibilitas dan permeabilitas membran biologik, transpor lipid dan aktivasi enzim tertentu.

Asam lemak yang esensial bagi larva yaitu 18:2w-6 (Linoleat), 18:3w-3 (Linolenat), 20:5w-3 (EikosaPentaenoat Acid, EPA) dan 20:6w-3 (DokosaHexaenoat Acid, DHA). Ikan mempunyai kemampuan terbatas dalam

melakukan biosintesis asam lemak omega-3 HUFA sehingga asam lemak tersebut harus terdapat dalam pakannya. Asam lemak esensial tersebut harus terdapat dalam jumlah yang tepat untuk keberhasilan kelangsungan hidup dan perkembangan larva. Pada kondisi lingkungan yang optimum dan kandungan gizi pakan lainnya terpenuhi maka penambahan asam lemak omega-3 HUFA dapat meningkatkan laju sintesis protein sehingga kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva optimal.

3. Refleksi

Untuk meningkatkan mutu pakan alami dapat dilakukan pengkayaan , istilah pengkayaan bisa juga disebut dengan bioenkapsulasi. Pengkayaan terhadap pakan alami ini sangat penting untuk meningkatkan kualitas nutrisi dari pakan tersebut. Jenis pakan alami yang dapat dilakukan pengkayaan adalah dari kelompok zooplankton misalnya *Artemia*, Rotifer, *Daphnia*,*Moina* dan *Tigriopus*. Semua jenis zooplankton tersebut biasanya diberikan kepada larva dan benih ikan air tawar, payau dan laut. Dengan meningkatkan mutu dari pakan alami dari kelompok ini dapat meningkatkan mutu dari larva dan benih ikan yang mengkonsumsi pakan tersebut. Peningkatan mutu pakan alami dapat dilihat dari meningkatkan kelangsungan hidup/sintasan larva dan benih yang dipelihara, meningkatkan pertumbuhan larva dan benih ikan serta meningkatkan daya tahan tubuh larva dan benih ikan.Bahan pengkaya yang dipergunakan sangat tergantung pada tujuan yang diinginkan. Jenis bahan pengkaya ini biasanya dikelompokkan dalam empat kelompok besar yaitu zat-zat gizi essensial, pigmen, *prophylactics* dan *therapeutic*.

4. Tugas

a. Buatlah formula berbagai bahan untuk melakukan pengkayaan pada zooplankton.
b. Lakukan pengamatan pada larva atau benih ikan yang diberi pakan alami yang telah diperkaya selama dua minggu pemeliharaan
c. Buatlah kesimpulan dari hasil pengamtan tersebut dan data yang diperoleh dibuat dalam bentuk grafik atau histogram
d. Diskusikan hasil pengamatan dengan kelompok dan presentasikan hasilnya di depan kelas.

5. Tes Formatif

1. Tujuan para pembudidaya ikan melakukan pengkayaan atau *enrichmnet* pada pakan alami adalah untuk...
   A. Mempertahankan mutu pakan alami
   B. Meningkatkan mutu pakan alami
   C. Mempercepat proses pemberian pakan
   D. Meningkatkan daya tetas pakan alami

2. Jenis pakan alami yang dapat dilakukan pengkayaan adalah:
   A. Phytoplankton
   B. Zooplankton
   C. Benthos
   D. Serangga

3. Parameter yang dimati untuk mengetahui keberhasilan pengkayaan pakan alami adalah:
   A. Growth Rate
   B. Mortalitas
   C. Survival Rate

D. Hatching Rate

4. Zat nutrisi yang sangat dibutuhkan untuk meningkatkan proses pembentukan jaringan baru pada larva dan ditambahkan pada pakan alami dalam proses pengkayaan adalah:
   A. Asam amino
   B. Asam lemak
   C. Glukosa
   D. Lipid

5. Zat nutrisi yang dibutuhkan untuk meningkatkan asam lemak essensial pada pakan alami antara lain adalah sebagai berikut, kecuali...
   A. Minyak ikan
   B. Minyak jagung
   C. Ragi roti
   D. Kuning telur ayam

6. Bahan pengkaya yang digunakan untuk meningkatkan kecerahan warna tubuh ikan yang dibudidayakan adalah:
   A. Protein
   B. Lemak
   C. Pigmen
   D. Antibiotik

7. Agar larva dan benih ikan mampu menjaga dirinya dari serangan penyakit maka dilakukan pengkayaan dengan menambahkan bahan...
   A. Pigmen
   B. Prophylactics
   C. Therapeutics
   D. Nutrient

8. Larva dan benih ikan yang terserang penyakit harus disembuhkan dengan terapi obat, dalam meningkatkan kemampuan larva atau benih ikan agar dapat menolak penyakit maka dilakukan pengkayaan dengan menambahkan bahan...
   A. Pigmen
   B. Prophylactics
   C. Therapeutics
   D. Nutrient

9. Bahan yang ditambahkan dalam pengkayaan untuk meningkatkan sistem imun pada larva atau benih ikan adalah:
   A. Protein
   B. Karbohidrat
   C. Vitamin
   D. Mineral

10. Teknik pengkayaan yang menggunakan alga uniseluler biasa disebut dengan teknik pengkayaan...
    A. Teknik British
    B. Teknik Jepang
    C. Teknik Perancis
    D. Teknik Belgia
11. Teknik pengkayaan yang menggunakan menggunakan omega ragi atau emulsi yang ditambahkan ragi roti biasa disebut dengan teknik pengkayaan...
    A. Teknik British
    B. Teknik Jepang
    C. Teknik Perancis
    D. Teknik Belgia

12. Teknik pengkayaan yang menggunakan kompos biasa disebut dengan teknik pengkayaan...
    A. Teknik British
    B. Teknik Jepang
    C. Teknik Perancis
    D. Teknik Belgia

13. Teknik pengkayaan yang menggunakan *microparticulated* biasa disebut dengan teknik pengkayaan...
    A. Teknik British
    B. Teknik Jepang
    C. Teknik Perancis
    D. Teknik Belgia

14. Dalam pengkayaan zooplankton dapat digunakan bahan ragi roti. Apakah bahan yang terkandung dalam ragi roti tersebut?
    A. Asam amino essensial
    B. Asam amino nonessensial
    C. Asam lemak essensial
    D. Asam lemak nonessensial

15. Faktor-faktor yang menentukan keberhasilan proses pengkayaan adalah:
    A. Waktu penetasan
    B. Waktu pengkayaan
    C. Media kultur
    D. Kualitas air

16. Dosis zat pengkaya yang dapat meningkatkan kadar gizi pakan alami dan meningkatkan sistem imun larva adalah:

A. 50 mg Vitamin C

B. 100 mg Vitamin C

C. 150 mg Vitamin C

D. 200 mg Vitamin C

17. Pemberian protein Selco pada pakan alami air laut dengan konsentrasi berapakah yang dapat meningkatkan kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva adalah:

A. 75 mg/l

B. 100 mg/l

C. 125 mg/l

D. 150 mg/l

18. Penambahan ragi roti pada media *Chlorella* yang dilakukan untuk melakukan pengkayaan secara tidak langsung adalah:

A. 1 gram yeast/10^6 sel/ml air

B. 1 gram yeast/10^7 sel/ml air

C. 1 gram yeast/10^8 sel/ml air

D. 1 gram yeast/10^9 sel/ml air

19. Pembuatan emulsi lipid pada pengkayaan zooplankton secara langsung dapat dibuat dari bahan...

A. Ragi

B. Telur ayam

C. Putih telur

D. Kuning telur

20. Waktu yang dibutuhkan untuk melakuan pengkayaan Rotifera dengan metode langsung adalah:

A. 1-3 jam

B. 3-6 jam

C. 6-9 jam

D. 9-12 jam

21. Asam lemak tidak jenuh tinggi (HUFA) yang digunakan untuk melakukan pengkayaan dapat diperoleh dari bahan tertentu antara lainadalah:

    A. minyak ikan

    B. Lipid

    C. Lemak

    D. Asam lemak

22. Dosis yang dipergunakan untuk melakukan pengkayaan *Daphnia* dengan emulsi lipid adalah:

    A. 0,1 ml minyak ikan + 8,3 mg ragi roti + 8,3 mg kuning telur

    B. 0,2 ml minyak ikan + 8,3 mg ragi roti + 8,3 mg kuning telur

    C. 0,3 ml minyak ikan + 8,3 mg ragi roti + 8,3 mg kuning telur

    D. 0,4 ml minyak ikan + 8,3 mg ragi roti + 8,3 mg kuning telur

23. Vitamin C yang ditambahkan pada proses pengkayaan zooplankton adalah:

    A. 1 g/l

    B. 2 g/l

    C. 3 g/l

    D. 4 g/l

24. Mediamengandung vitamin C 2 g/l, ditambah 83 µl kuning telur ditambah 0,0083 mg ragi roti ditambah 0,2 gram minyak jagung dan ditambah air sebanyak 100 ml. Media ini optimal memberikan hasil terbaik jika dilakukan perendaman selama 5 jam dengan padat penebaran *Daphnia* sebanyak...

    A. 5.000 ekor/liter

    B. 10.000 ekor/liter

    C. 15.000 ekor/liter

D. 20.000 ekor/liter

25. Kepadatan *Bacillus* sp untuk proses pengkayaan yang tidak membahayakan larva atau benih ikan adalah:
    A. 2×10^5 cfu/g
    B. 2×10^{10} cfu/g
    C. 2×10^{15} cfu/g
    D. 2×10^{20} cfu/g

26. *Artemia* dilakukan pengkayaan dengan asam lemak omega 3 HUFA karena dalam tubuh *Artemia* sangat rendah kandungan omega 3 HUFA, oleh karena itu dalak pengkayaan *Artemia* sebaiknya ditambahkan bahan tertentu agar kandungan asam lemak omega 3 HUFA meningkat yaitu:
    A. DHA
    B. MUFA
    C. HUFA
    D. EFA

27. Tujuan penambahan asam lemak omega 3 HUFA pada zooplankton yang utama adalah:
    A. Meningkatkan FR (*Feeding Rate*)
    B. Meningkatkan HR (*Hatching Rate*)
    C. Meningkatkan GR (*Growth Rate*)
    D. Meningkatkan HT (*Hatching Time*)

28. Teknik bioenkapsulasi yang paling mudah dilakukan oleh para pembudidaya ikan adalah:
    A. Teknik British
    B. Teknik Jepang
    C. Teknik Perancis

D. Teknik Belgia

29. Bioenkapsulasi mempunyai dampak pada larva dan benih ikan yang mengkonsumsi pakan alami yang telah diperkaya, bahan pengkayaan yang berasal dari pakan alami phytoplankton biasa dibuat dalam bentuk, adalah:
    A. Kapsul
    B. Mikroenkapsulasi
    C. Serbuk
    D. Segar

30. Pengaruh penambahan minyak ikan dan minyak jagung (1:1) pada proses pengkayaan Rotifera dapat diamati dengan mengukur parameter kelangsungan hidup. Berapakah kelangsungan hidup yang diperoleh dari hasil penelitian tersebut?
    A. 52,2 %
    B. 62,2%
    C. 72,2%
    D. 82,2%

1. Kunci Jawaban Tes Formatif

No.	Jawaban	No.	Jawaban
1.	B	16.	C
2.	B	17.	C
3.	C	18.	A
4.	A	19.	D
5.	C	20.	B
6.	C	21.	A
7.	B	22.	A

8.	C	23.	B
9.	C	24.	B
10.	A	25.	B
11.	B	26.	A
12.	C	27.	C
13.	D	28.	B
14.	D	29.	B
15.	B	30.	C

2. Lembar Kerja Peserta didik Didik

Judul : Persiapan alat, bahan dan media enrichment

Waktu : 3 jam

Pendahuluan

Persiapan alat dan bahan merupakan tahap persiapan pada enrichment artemia untuk mendukung kelancaran proses enrichment. Alat dan bahan yang akan digunakan hendaknya disesuaikan dengan kebutuhan.

Tujuan

Peserta didik diklat diharapkan mampu melakukan persiapan peralatan, wadah dan media enrichment yang digunakan dalam kultur pakan alami Artemia jika disediakan peralatan dan wadahnya sesuai dengan persyaratan teknis.

Alat dan bahan :

- Wadah : bak semen/bak beton/fiber
- Pakan alami
- Garam

glass/akuarium
- Aerator/blower
- Selang aerasi
- Batu aerasi
- Timbangan
- Ember
- Gayung
- Seser/saringan halus
- Selang air
- Pipet
- Minyak ikan
- Telur ayam
- Vitamin yang larut dalam air
- Ragi roti
- Mixer
- Aquades

Langkah Kerja ;

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dan sebutkan fungsi dan cara kerja peralatan tersebut!
2. Tentukan wadah yang akan digunakan untuk menetaskan *Artemia* !
3. Bersihkan wadah dengan menggunakan sikat dan disiram dengan air bersih, kemudian lakukan pensucihamaan wadah dengan menggunakan desinfektan sesuai dengan dosisnya.
4. Bilaslah wadah yang telah dibersihkan dengan menggunakan air bersih.
5. Pasanglah peralatan aerasi dengan merangkaikan antara aerator, selang aerasi dan batu aerasi, masukkan ke dalam wadah budidaya. Ceklah keberfungsian peralatan tersebut dengan memasukkan ke dalam arus listrik.
6. Buatlah larutan garam untuk media penetasan kista artemia dengan cara melarutkan garam dapur (NaCl) ke dalam air tawar dengan dosis 35 gram perliter air tawar.
7. Ukurlah salinitas media penetasan dengan menggunakan alat refraktometer, catat. Jika salinitas media tidak sesuai dengan yang diinginkan tambahkan garam atau air tawar ke dalam media sampai diperoleh salinitas media sesuai kebutuhan.

Judul : Menyiapkan media *enrichment*

Waktu : 3 jam

Pendahuluan

Untuk meningkatkan mutu pakan yang akan diberikan kepada larva dapat dilakukan dengan enrichment atau pengkayaan. Pengkayaan pakan dapat dilakukan pada pakan buatan dan pakan alami. Pakan yang sangat tepat diberikan kepada larva ikan adalah pakan alami. Karena pakan alami mempunyai ukuran sesuai dengan bukaan mulut larva, mengandung gizi yang sesuai dengan kebutuhan larva, pergerakannya relatif lambat sehingga mudah dimangsa oleh larva ikan. Oleh karena itu dalam enrichment pakan adalah pakan alami. Pakan alami yang dilakukan adalah dari kelompok zooplankton. Apakah enrichment itu? Bagaimana cara melakukan *enrichment*? Untuk menjawab pertanyaan tersebut lakukanlah langkah kerja ini sesuai prosedur.

Tujuan

Peserta didik diklat diharapkan mampu melakukan enrichment pakan alami jika disediakan peralatan dan bahannya sesuai dengan persyaratan teknis.

Alat dan bahan :

- Wadah : bak semen/bak beton/fiber glass/akuarium
- Aerator/blower
- Selang aerasi
- Batu aerasi
- Seser/saringan halus
- Pakan alami
- Minyak ikan
- Telur ayam
- Vitamin yang larut dalam air

- Timbangan
- Ember
- Gayung
- Selang air
- Ragi roti
- Mixer
- Aquades
- Pipet

Langkah Kerja ;

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan sebelum melakukan *enrichment* pakan!
2. Timbanglah minyak ikan sebanyak 5 gram, vitamin yang larut dalam air sebanyak 10 gram dan kuning telur sebanyak 1 gram dan letakkan semua bahan tersebut dalam wadah yang terpisah!
3. Masukkan 5 gram minyak ikan ke dalam mixer dan lakukan homogenisasi selama 2 – 3 menit dengan alat tersebut !
4. Tambahkan 10 gram vitamin yang larut dalam air ke dalam mixer dan tambahkan pula kuning telur mentah sebanyak 1 gram kemudian tambahkan pula kuning telur mentah sebanyak 1 gram , lalu tambahkan air aquades sebanyak 100 ml.
5. Lakukanlah pencampuran dengan mixer selama 2 – 3 menit sampai terjadi campuran yang homogen.
6. Ambillah larutan emulsi yang telah dibuat pada point 5 sebanyak 20 ml dan tambahkan ragi roti sebanyak 5 gram dan dicampur dengan air kultur zooplankton sebanyak 100 ml dan lama perendaman sebelum diberikan kepada larva ikan adalah 3 – 6 jam.
7. Lakukanlah pencampuran larutan emulsi lipid ini untuk sejumlah volume media kultur pakan alami zooplankton yang akan diperkaya, sebagai acuan dapat dipahami hal berikut : jumlah emulsi yang dibuat pada point 6 dapat dipergunakan untuk memperkaya nauplius artemia sebanyak 100 – 200 nauplii perml, sedangkan untuk Rotifer emulsi tersebut dipergunakan untuk memperkaya sebanyak 500 – 1000

individu perml. Jika yang akan diperkaya adalah *Daphnia*maka langkah kerjanya adalah pada point 8.

8. Ambillah 0,1 ml minyak ikan dengan pipet dan timbanglah 8,3 mg ragi roti dan 8,3 mg kuning telur, larutkan dalam air sebanyak 100 ml dan masukkan dalam kultur *Daphnia* selama tiga jam dengan jumlah *Daphnia* 30 – 50 individu per ml.
9. *Daphnia* dan *Artemia* yang telah diperkaya dapat langsung diberikan pada larva atau benih ikan. Pemberian pakan sesuai kebutuhan larva dan benih ikan. Lakukan pengamatan pada larva dan benih ikan selama pemeliharaan minimal dua minggu.
10. Lakukan pengamatan dan catat kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva /benih ikan tersebut. Buat grafik dan histogram pertumbuhan dan kelangsungan hidup tersebut.

C. PENILAIAN

1. Sikap

a. Lembar Pengamatan Observasi

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap spiritual siswa didik. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap spiritual yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dankadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………..

Kelas : …………………..

Tanggal Pengamatan : …………………...

Materi Pokok : …………………...

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu				
2.	Mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan dan setelah mengerjakan sesuatu				
3.	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut.				
4.	Menjaga lingkungan hidup di sekitar rumah tempat tinggal, sekolah dan masyarakat				
5.	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa.				
6.	Menghormati orang lain menjalankan ibadah sesuaidengan agamanya.				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran :

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 6 pernyataan = 24, maka skor akhir :

$$\frac{14}{24} x\ 4 = 2{,}3$$

Siswa didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3,20 – 4,00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2,80 – 3,19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2,79 (60 – 69)

Kurang: apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

Pedoman Observasi Sikap Jujur

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam kejujuran. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap jujur yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………

Kelas : …………………

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Tidak nyontek dalam mengerjakan ujian/ulangan/tugas.				
2.	Tidak melakukan plagiat.				
3.	Menyerahkan kepada yang berwenang barang yang ditemukan.				
4.	Membuat laporan berdasarkan data atau informasi apa adanya.				
5.	Mengakui kesalahan atau kekurangan yang dimiliki.				
6.	Mengungkapkan perasaan apa adanya.				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran :

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

Pedoman Observasi Sikap Disiplin

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam kedisiplinan. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap disiplin yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

Ya = apabila siswa didik menunjukkan perbuatan sesuai aspek pengamatan

Tidak = apabila siswa didik tidak menunjukkan perbuatan sesuai aspek pengamatan.

Nama Siswa Didik : ………………..

Kelas : ………………..

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Sikap yang diamati	Melakukan	
		Ya	Tidak
1.	Masuk kelas tepat waktu.		
2.	Mengumpulkan tugas tepat waktu.		
3.	Patuh pada tata tertib atau aturan bersama/ sekolah.		
4.	Mengerjakan tugas individu sesuai dengan waktu yang ditentukan		
5.	Memakai seragam sesuai tata tertib		
6.	Mengerjakan tugas yang diberikan		
7.	Tertib dalam mengikuti pembelajaran		
8.	Mengikuti praktikum sesuai dengan langkah		

	yang ditetapkan		
9.	Membawa buku tulis sesuai mata pelajaran		
10.	Membawa buku teks mata pelajaran		
Jumlah			

Petunjuk Penskoran :

Jawaban YA diberi skor 1, dan jawaban TIDAK diberi skor 0

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$$

Contoh :

Jawaban YA sebanyak 3, maka diperoleh skor 3, dan skor tertinggi 10 maka skor akhir adalah :

$$\frac{6}{10}x\ 4 = 2{,}4$$

Siswa didik memperoleh nilai dapat menggunakan seperti dalam pedoman observasi sikap spritual.

Pedoman Observasi Sikap Tanggung Jawab

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam tanggung jawab. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap tanggung jawab yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………..
Kelas : …………………..
Tanggal Pengamatan : …………………...
Materi Pokok : …………………...

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Melaksanakan tugas individu dengan baik.				
2.	Menerima resiko dari tindakan yang dilakukan.				
3.	Tidak menyalahkan/menuduh orang lain tanpa bukti yang akurat.				
4.	Mengembalikan barang yang dipinjam.				
5.	Mengakui dan meminta maaf atas kesalahan yang dilakukan.				
6.	Menepati janji.				
7.	Tidak menyalahkan orang lain utk kesalahan tindakan kita sendiri.				
8.	Melaksanakan apa yang pernah dikatakan tanpa disuruh/diminta.				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

Pedoman Observasi Sikap Toleransi

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru/teman untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam toleransi. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap toleransi yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………..

Kelas : …………………..

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Menghormati pendapat teman.				
2.	Menghormati teman yang berbeda suku, agama, ras, budaya, dan gender.				
3.	Dapat menerima kekurangan orang lain.				
4.	Dapat mememaafkan kesalahan orang lain.				
5.	Mampu dan mau bekerja sama dengan siapa pun yang memiliki keberagaman latar belakang, pandangan, dan keyakinan.				
6.	Tidak memaksakan pendapat atau keyakinan diri pada orang lain.				
7.	Terbuka terhadap atau kesediaan				

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
	untuk menerima sesuatu yang baru.				
Jumlah Skor					

Petunjuk penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

Pedoman Observasi Sikap Gotong Royong

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru/teman untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam gotong royong. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap gotong royong yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………..

Kelas : …………………..

Tanggal Pengamatan : …………………...

Materi Pokok : …………………...

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1	Aktif dalam kerja kelompok.				
2	Suka menolong teman/orang lain tanpa mengharap imbalan.				

3	Kesediaan melakukan tugas sesuai kesepakatan.				
4.	Memusatkan perhatian pada tujuan kelompok				
5.	Tidak mendahulukan kepentingan pribadi				
6.	Mencari jalan untuk mengatasi perbedaan pendapat/pikiran antara diri sendiri dengan orang lain				
7.	Mendorong orang lain untuk bekerja sama demi mencapai tujuan bersama				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran :

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

Pedoman Observasi Sikap Santun

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam kesantunan. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap santun yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………..

Kelas : …………………..

Tanggal Pengamatan : …………………...

Materi Pokok : …………………...

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Menghormati orang yang lebih tua				
2.	Mengucapkan terima kasih setelah menerima bantuan orang lain				
3.	Tidak berkata-kata kotor, kasar, dan takabur.				
4.	Tidak meludah di sembarang tempat.				
5.	Tidak menyela pembicaraan pada waktu yang tidak tepat.				
6.	Mengucapkan terima kasih setelah menerima bantuan orang lain.				
7.	Bersikap 3S (salam, senyum, sapa).				
8.	Meminta ijin ketika akan memasuki ruangan orang lain atau menggunakan barang milik orang lain.				
9.	Memperlakukan orang lain sebagaimana diri sendiri ingin diperlakukan.				
	Jumlah Skor				

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

Pedoman Observasi Sikap Percaya Diri

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru/teman untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam percaya diri. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap percaya diri yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………..

Kelas : …………………..

Tanggal Pengamatan : ……………………

Materi Pokok : ……………………

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berani presentasi di depan kelas.				
2.	Berani berpendapat, bertanya, atau menjawab pertanyaan.				
3.	Mampu membuat keputusan dengan cepat.				
4.	Tidak mudah putus asa.				
5.	Tidak mudah putus asa.				
6.	Tidak canggung dalam bertindak.				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

b. Lembar Penilaian Diri

LEMBAR PENILAIAN DIRI SIKAP SPIRITUAL

PETUNJUK

1. Bacalah pernyataan yang ada di dalam kolom dengan teliti
2. berilah tanda cek (√) sesuai dengan sesuai dengan kondisi dan keadaan kalian sehari-hari

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Materi Pokok : ....
Tanggal : ....

No	Pernyataan	TP	KD	SR	SL
1	Saya semakin yakin dengan keberadaan Tuhan setelah mempelajari ilmu pengetahuan				
2	Saya berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu kegiatan				
3	Saya mengucapkan rasa syukur atas segala karunia Tuhan				
4	Saya memberi salam sebelum dan sesudah mengungkapkan pendapat di depan umum				
5	Saya mengungkapkan keagungan Tuhan apabila melihat kebesaranNya				
Jumlah					

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

LEMBAR PENILAIAN DIRISIKAP JUJUR

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Materi Pokok : ....
Tanggal : ....

PETUNJUK

1. Bacalah pernyataan yang ada di dalam kolom dengan teliti
2. berilah tanda cek (√) sesuai dengan sesuai dengan kondisi dan keadaan kalian sehari-hari

No	Pernyataan	TP	KD	SR	SL
1	Saya menyontek pada saat mengerjakan Ulangan				
2	Saya menyalin karya orang lain tanpa menyebutkan sumbernya pada saat mengerjakan tugas				
3	Saya melaporkan kepada yang berwenang jika menemukan barang				
4	Saya berani mengakui kesalahan yang saya dilakukan				
5	Saya mengerjakan soal ujian tanpa melihat jawaban teman yang lain				

Keterangan :

- selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
- sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
- kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
- tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Petunjuk Penskoran :
Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

LEMBAR PENILAIAN DIRI SIKAP TANGGUNGJAWAB

Nama Peserta Didik : ………………….

Kelas : ………………….

Materi Pokok : ………………….

Tanggal : ………………….

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh peserta didik sendiri untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam tanggung jawab. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap tanggung jawab yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1	Sebagai peserta didik saya melakukan tugas-tugas dengan baik				
2	Saya berani menerima resiko atas tindakan yang dilakukan				
3	Saya menuduh orang lain tanpa bukti				
4	Saya mau mengembalikan barang yang dipinjam dari orang lain				
5	Saya berani meminta maaf jika melakukan kesalahan yang merugikan orang lain				

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

LEMBAR PENILAIAN DIRISIKAP DISIPLIN

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh siswa didik untuk menilai sikap disiplin diri siswa didik. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap disiplin yang kamu miliki sebagai berikut :

Ya = apabila kamu menunjukkan perbuatan sesuai pernyataan

Tidak = apabila kamu tidak menunjukkan perbuatan sesuai pernyataan.

Nama Siswa Didik : …………………..

Kelas : …………………..

Tanggal Pengamatan : …………………...

Materi Pokok : …………………...

No	Sikap yang diamati	Melakukan	
		Ya	Tidak
1.	Saya masuk kelas tepat waktu		
2.	Saya mengumpulkan tugas tepat waktu		
3.	Saya patuh pada tata tertib atau aturan bersama/ sekolah.		
4.	Saya mengerjakan tugas individu sesuai dengan waktu yang ditentukan		
5.	Saya memakai seragam sesuai tata tertib		
6.	Saya mengerjakan tugas yang diberikan		
7.	Saya tertib dalam mengikuti pembelajaran		
8.	Saya mengikuti praktikum sesuai dengan langkah yang ditetapkan		
9.	Saya membawa buku tulis sesuai mata pelajaran		
10.	Saya membawa buku teks mata pelajaran		
Jumlah			

Petunjuk Penyekoran

Jawaban YA diberi skor 1, dan jawaban TIDAK diberi skor 0

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{Nilai\ Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$$

Contoh :

Jawaban YA sebanyak 6, maka diperoleh nilai skor 6, dan skor tertinggi 10 maka nilai akhir adalah :

$$\frac{6}{10} x\ 4 = 2{,}40$$

Kriteria perolehan nilai sama dapat menggunan seperti dalam pedoman observasi.

LEMBAR PENILAIAN DIRISIKAP GOTONG ROYONG

PETUNJUK PENGISIAN:

1. Cermatilah kolom-kolom sikap di bawah ini!
2. Jawablah dengan jujur sesuai dengan sikap yang kamu miliki.
3. Lingkarilah salah satu angka yang ada dalam kolom yang sesuai dengan keadaanmu
   - 4 = jika sikap yang kamu miliki sesuai dengan positif
   - 3 = Jika sikap yang kamu miliki positif tetapi kadang kadang muncul sikap negatif
   - 2 = Jika sikap yang kamu miliki negative tapi tetapi kadang kadang muncul sikap positif
   - 1 = Jika sikap yang kamu miliki selalu negatif

Nama Siswa Didik : …………………
Kelas : …………………
Materi Pokok : …………………
Tanggal : …………………

Rela berbagi	4	3	2	1	Egois
Aktif	4	3	2	1	Pasif
Bekerja sama	4	3	2	1	Individualistis
Ikhlas	4	3	2	1	Pamrih

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

LEMBAR PENILAIAN DIRISIKAP TOLERANSI

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh siswa didik sendiri untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam toleransi. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap toleransi yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : ………………..

Kelas : ………………..

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Saya menghormati teman yang berbeda pendapat.				
2.	Saya menghormati teman yang berbeda suku, agama, ras, budaya, dan gender.				
3.	Saya dapat menerima kekurangan orang lain.				
4.	Saya dapat mememaafkan kesalahan orang lain.				
5.	Saya mampu dan mau bekerja sama dengan siapa pun				

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
	yang memiliki keberagaman latar belakang, pandangan, dan keyakinan.				
6.	Saya tidak memaksakan pendapat atau keyakinan diri pada orang lain.				
7.	Saya terbuka terhadap atau kesediaan untuk menerima sesuatu yang baru.				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

LEMBAR PENILAIAN DIRISIKAP PERCAYA DIRI

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh siswa didik sendiri untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam percaya diri. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap percaya diri yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………..

Kelas : …………………..

Tanggal Pengamatan : …………………...

Materi Pokok : …………………...

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Saya melakukan segala sesuatu tanpa ragu-ragu				
2.	Saya berani mengambil keputusan secara cepat dan bisa dipertanggungjawabkan				
3.	Saya berani presentasi di depan kelas.				
4.	Saya berani berpendapat, bertanya, atau menjawab pertanyaan.				
5.	Saya mampu membuat keputusan dengan cepat.				
6.	Saya tidak mudah putus asa.				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

LEMBAR PENILAIAN DIRI SIKAP SANTUN

PETUNJUK PENGISIAN:

1. Bacalah dengan teliti pernyataan pernyataan yang pada kolom di bawah ini!
2. Tanggapilah pernyataan-pernyataan tersebut dengan member tanda cek (√) pada kolom:
   STS : Jika kamu sangat tidak setuju dengan pernyataan tersebut
   TS : Jika kamu tidak setuju dengan pernyataan tersebut
   S : Jika kamu setuju dengan pernyataan tersebut
   SS : Jika kamu sangat setuju dengan pernyataan tersebut

Nama Siswa Didik : ………………….

Kelas : ………………….

Materi Pokok : ………………….

Tanggal : ………………….

No	Pernyataan	Penilaian			
		STS	TS	S	SS
1.	Saya menghormati orang yang lebih tua.				
2.	Saya tidak berkata kata kotor, kasar dan takabur.				
3.	Saya mengucapkan terima kasih setelah menerima bantuan orang lain.				
4.	Saya tidak meludah di sembarang tempat.				
5.	Saya tidak menyela pembicaraan pada waktu yang tidak tepat.				
6.	Saya mengucapkan terima kasih setelah menerima bantuan orang lain.				
7.	Saya selalu bersikap 3S (salam, senyum, sapa).				
8.	Saya meminta ijin ketika akan memasuki ruangan orang lain atau menggunakan barang milik orang lain.				
9.	Saya memperlakukan orang lain sebagaimana diri sendiri ingin diperlakukan.				
Jumlah skor					

Keterangan:

Pernyataan positif	Pernyataan negative
• 1 sangat tidak setuju (STS), • 2 tidak setuju (TS), , • 3 setuju (S), • 4 sangat setuju (SS).	• 1 sangat setuju (SS), • 2 setuju (S), • 3 tidak setuju (TS), • 4 sangat tidak setuju (S)

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

c. Lembar Penilaian teman sejawat

Lembar Penilaian Antarsiswa Didik Sikap Disiplin

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh peserta didik untuk menilai sikap sosial peserta didik lain dalam kedisiplinan. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap disiplin yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

Ya = apabila peserta didik menunjukkan perbuatan sesuai aspek pengamatan

Tidak = apabila peserta didik tidak menunjukkan perbuatan sesuai aspek pengamatan.

Nama penilai : Tidak diisi
Nama peserta didik yang dinilai : ....
Kelas : ....
Mata pelajaran : ....

No	Sikap yang diamati	Melakukan	
		Ya	Tidak
1	Masuk kelas tepat waktu		
2	Mengumpulkan tugas tepat waktu		
3	Memakai seragam sesuai tata tertib		
4	Mengerjakan tugas yang diberikan		
5	Tertib dalam mengikuti pembelajaran		
6	Mengikuti praktikum sesuai dengan langkah yang ditetapkan		
7	Membawa buku tulis sesuai mata pelajaran		
8	Membawa buku teks mata pelajaran		
Jumlah			

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap disiplin

Skala Penilaian (*rating scale*)

DAFTAR CEK PENILAIAN ANTARPESERTA DIDIK

Nama penilai : Tidak diisi

Nama peserta didik yang dinilai : ....

Kelas : ....

Mata pelajaran : ....

Berilah tanda cek pada kolom pilihan berikut dengan

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		4	3	2	1
1	Tidak nyontek dalam mengerjakan ujian/ulangan.				
2	Tidak melakukan plagiat (mengambil/menyalin karya orang lain tanpa menyebutkan sumber) dalam mengerjakan setiap tugas.				
3	Mengemukakan perasaan terhadap sesuatu apa adanya.				
4	Melaporkan data atau informasi apa adanya.				
	JUMLAH SKOR				

Petunjuk penskoran :
Lihat petunjuk penskoran pedoman observasi sikap disiplin

d. Lembar Jurnal

Nama Siswa Didik :
Aspek yang diamati : Jujur

No.	Hari/ Tanggal	Nama siswa didik	Kejadian

Petunjuk penskoran

Lihat petunjuk penskoran pedoman observasi sikap disiplin

Pembuatan jurnal oleh guru bisa mengikuti model pertama dan kedua sebagai berikut:

1) Model Pertama

Petunjuk pengisian jurnal (diisi oleh guru):

a) Tulislah identitas peserta didik yang diamati
b) Tulislah tanggal pengamatan.
c) Tulislah aspek yang diamati oleh guru.
d) Ceritakan kejadian-kejadian yang dialami oleh Peserta didik baik yang merupakan kekuatan Peserta didik maupun kelemahan Peserta didik sesuai dengan pengamatan guru terkait dengan Kompetensi Inti.
e) Tulislah dengan segera kejadian
f) Setiap kejadian per anak ditulis pada kartu yang berbeda.
g) Simpanlah kartu tersebut di dalam folder masing-masing Peserta didik

Format:

Jurnal
Nama Peserta Didik :
Nomor peserta Didik :
Tanggal :
Aspek yang diamati :
Kejadian :
____
____
____
____

Petunjuk penskoran

Lihat petunjuk penskoran pedoman observasi sikap disiplin

2) Model Kedua

Petunjuk pengisian jurnal (diisi oleh guru):

a) Tulislah aspek yang diamati
b) Tulislah identitas peserta didik yang diamati
c) Tulislah tanggal pengamatan.
d) Tulislah aspek yang diamati oleh guru.
e) Ceritakan kejadian-kejadian yang dialami oleh Peserta didik baik yang merupakan kekuatan Peserta didik maupun kelemahan Peserta didik sesuai dengan pengamatan guru terkait dengan Kompetensi Inti.
f) Tulislah dengan segera kejadian yang diamati
g) Setiap kejadian per anak ditulis pada kartu yang berbeda.
h) Simpanlah kartu tersebut di dalam folder masing-masing Peserta didik

Contoh Format Jurnal

Jurnal

Nama Peserta Didik :

Aspek yang diamati : Jujur

No.	Hari/ Tanggal	Nama peserta didik	Kejadian

Petunjuk penskoran

Lihat petunjuk penskoran pedoman observasi sikap disiplin

2. Pengetahuan

1. Pertumbuhan phytoplankton dapat diketahui dengan melakukan kegiatan...
   A. Perhitungan jumlah phytoplankton
   B. Perhitungan kepadatan sel
   C. Perhitungan isi sel
   D. Perhitungan jumlah sel

2. Perkembangbiakan phytoplankton dapat dikelompokkan ke dalam beberapa fase, fase dimana terjadi pertumbuhan yang paling cepat adalah:

A. Fase Lag
B. Fase Eksponensial
C. Fase Stasioner
D. Fase Kematian

3. Perkembangbiakan phytoplankton dapat dikelompokkan ke dalam beberapa fase, fase dimana jumlah sel yang mati dan jumlah sel yang membelah seimbang adalah:
   A. Fase Lag
   B. Fase Eksponensial
   C. Fase Stasioner
   D. Fase Kematian

4. Daur hidup berbagai macam phytoplankton adalah hampir sama. Berapakah kisaran hidup phytoplankton tersebut?.
   A. 1-3 hari
   B. 3-5 hari
   C. 5-7 hari
   D. 7-9 hari

5. Fase istirahat berdasarkan pengelompokan para pembudidaya phytoplankton adalah termasuk dalam tahapan...

A. Stasioner
B. Pertumbuhan
C. Pembelahan
D. Adaptasi

6. Tahapan phytoplankton dimana sel mengalami pembelahan berkali-kali akibat faktor lingkungan yang sangat mendukung proses pertumbuhan adalah:

A. Stasioner
B. Pertumbuhan
C. Pembelahan
D. Adaptasi

7. Faktor yang mempengaruhi kecepatan tumbuh phytoplankton adalah sebagai berikut, kecuali:
   A. Kekurangan nutrien
   B. Oksigen
   C. Perubahan pH
   D. Salinitas

8. Tahapan pertumbuhan phytoplankton secara berurutan adalah sebagai berikut:
   A. Adaptasi, Pembelahan, Pertumbuhan dipercepat, Stasioner dan Kematian
   B. Pembelahan, Adaptasi, Pertumbuhan dipercepat, Stasioner dan Kematian
   C. Pembelahan, Pertumbuhan dipercepat, Stasioner, Adaptasi, dan Kematian
   D. Adaptasi, Pertumbuhan dipercepat, Stasioner, Pembelahan dan Kematian

9. Tujuan melakukan perhitungan kepadatan phytoplankton adalah sebagai berikut kecuali:
   A. Mengetahui pertumbuhan phytoplankton
   B. Mengetahui kepadatan bibit phytoplankton
   C. Mengetahui kematian phytoplankton
   D. Mengethui kepadatan kultur phytoplankton

10. Alat yang digunakan untuk menghitung kepadatan phytoplankton yang dikultur adalah:
    A. Haemocytometer
    B. Hand Counter
    C. Mikroskop
    D. Pipet

11. Rumus yang digunakan untuk menghitung kepadatan sel phytoplankton, jika dilajukan perhitungan dalam 400 kotak adalah:
    A. N X 10^3 sel/ml
    B. N x 10^4 sel/ml
    C. N x 10^5 sel/ml
    D. N X 10^6sel/ml

12. Dalam melakukan budidaya Chlorella secara kultur massal dapat digunakan beberapa formulasi media yang telah dicoba oleh para ahli yaitu:
    A. Media Benneck
    B. Media Detmer
    C. Media Pupuk Komersial
    D. Media Allan Miquel

13. Media yang sangat cocok untuk membudidayakan Chlorella air laut adalah:
    A. Media Benneck
    B. Media Detmer
    C. Media Pupuk Komersial
    D. Media Allan Miquel

14. Volume inokulan yang dibutuhkan untuk membudidayakan kultur phytoplankton yang berasal dari kultur murni untuk budidaya kultur semi massal adalah:
    A. < 10%
    B. 15 %
    C. 20 %
    D. 25 %

15. Media yang dipergunakan untuk membudidayakan *Tetraselmis chuii* di Jepara terdiri dari komposisi pupuk sebagai berikut kecuali:
    A. 10 ppm Na_2HPO_4
    B. 80 ppm Urea
    C. 10 ppm TSP
    D. 5 ppm $FeCl_3$

16. Salinitas yang optimal untuk membudidayakan *Tetraselmis chuii* adalah:
    A. 22-25 permill
    B. 27-32 permill
    C. 32-37 permill
    D. 37-42 permill

17. Waktu yang tepat untuk melakukan pemanenan *Tetraselmis chuii* adalah pada hari ke-:
    A. 2-3
    B. 3-4
    C. 4-5
    D. 5-6

18. Salinitas yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan *Skeletonema costatum*adalah:

A. 16-22 permil
B. 22-28 permil
C. 28-34 permil
D. 34-40 permil

19. Pupuk yang digunakan untuk membudidayakan *Skeletonema costatum*dari kelompok diatom yang berbeda dengan jenis phytoplankton dari kelompok lainnya adalah:
    A. Na_2SiO_3
    B. $FeCl_3$
    C. Na_2HPO_4
    D. Urea

20. *Spirulina platensis* membutuhkan pupuk sebagai sumber N adalah:
    A. $FeCl_3$
    B. H_3BO_3
    C. $NaNO_3$
    D. Na_2HPO_4

21. Volume inokulan bibit *Spirulina platensis*untuk kultur massal pada bak atau kolam yang bervolume 100 m^3adalah:
    A. 10 m^3
    B. 20 m^3
    C. 30 m^3
    D. 40 m^3

22. Salinitas yang optimal untuk melakukan pemeliharaan *Spirulina platensis* adalah:
    A. 15 g/l
    B. 20 g/l

C. 25 g/l

D. 30 g/l

23. Jenis Rotifera air tawar yang sudah dapat dibudidayakan secara massal adalah:

A. *Brachionus* sp

B. *Brachionus plicatilis*

C. *Brachionus calyciflorus*

D. *Brachionusrotundiformis*

24. Dosis pupuk kandang yang digunakan untuk membudidayakan *Brachionus calyciflorus*agar tumbuh optimal adalah:

A. 200 g/m^3

B. 300 g/m^3

C. 400 g/m^3

D. 500 g/m^3

25. Populasi Rotifera yang dikultur dengan pupuk kotoran burung puyuh memberikan pertumbuhan pada hari ketujuh sebanyak...

A. 50 individu/l

B. 60 individu/l

C. 70 individu/l

D. 80 individu/l

26. Siklus hidup Rotifera maksimal adalah:

A. 4 hari

B. 8 hari

C. 12 hari

D. 16 hari

27. Padat penebaran bibit Rotifera yang akan dilakukan kultur massal adalah:
    A. 10-15 individu/l
    B. 15-20 individu/l
    C. 20-25 individu/l
    D. 25-30 individu/l

28. Ke dalaman wadah untuk Budidaya Daphnia secara massal minimal adalah:
    A. 40 cm
    B. 50 cm
    C. 60 cm
    D. 70 cm

29. Periode maturasi Daphnia pada media yang mempunyai suhu 25^{o}C adalah:
    A. 1 hari
    B. 2 hari
    C. 3 hari
    D. 4 hari

30. Jumlah anak yang di keluarkan dari satu induk bibit Daphniaadalah:
    A. 26-27 ekor
    B. 27-28 ekor
    C. 28-29 ekor
    D. 29-30 ekor

31. Siklus hidup Daphnia di kolam pemeliharaan berdasarkan pengamatan yaitu :
    A. 28-33 hari
    B. 33-38 hari

C. 38-43 hari

D. 43-48 hari

32. Metode budidaya Daphnia dengan menggunakan pupuk kandang kering yang dimasukkan dalam media kultur adalah:

    A. Detrital system

    B. Autotrohic system

    C. Resirkulasi sistem

    D. Tropical system

33. Pergantian kulit (moulting) pada nauplius artemia dapat terjadi beberapa kali sebelum menjadi dewasa dalam waktu delapan hari. Berapa kalikah proses moulting tersebut?

    A. 10 kali

    B. 15 kali

    C. 20 kali

    D. 25 kali

34. Artemia dewasa bisa hidup selama tiga bulan dan dapat memproduksi nauplius setiap empat hari sekali. Berapakah jumlah nauplius yang dihasilkan oleh artemia dewasa tersebut?

    A. 100 ekor

    B. 200 ekor

    C. 300 ekor

    D. 400 ekor

35. Salinitas media budidaya artemia yang dibutuhkan agar dapat menghasilan kista/kista adalah:

    A. 60-80 permil

    B. 80-100 permil

C. 100-120 permil
D. 120-140 permil

36. Padat penebaran nauplius instar satu yang optimal pada proses pemeliharaan artemia di tambak adalah:
    A. 100 ekor/l
    B. 200 ekor/l
    C. 300 ekor/l
    D. 400 ekor/l

37. Dosis larutan hipoklorit yang dipergunakan untuk menetaskan kista artemia dengan metode dekapsulasi adalah:
    A. 5 cc/1 gram kista
    B. 10 cc/1 gram kista
    C. 15 cc/1 gram kista
    D. 20 cc/1 gram kista

38. Dalam pemeliharaan artemia di tambak sangat dibutuhkan makanan, jenis bahan baku yang dipergunakan sebagai makanan tersebut dan memberikan pertumbuhan yang optimal adalah:
    A. Ragi
    B. Tepung terigu
    C. Dedak
    D. Bungkil kelapa

39. Kecerahan ditambak artemia yang optimal adalah:
    A. 10 cm
    B. 15 cm
    C. 20 cm
    D. 25 cm

40. Pemanenan kista artemia yang dibudidayakan di tambak dapat dilakukan pada hari ke..... setelah pemeliharaan.
    A. 12
    B. 15
    C. 18
    D. 21

41. Media tumbuh cacing rambut (*Tubifex* sp) yang dibudidayakan secara massal mempunyai ketinggian yang ideal agar diperoleh produksi yang optimal. Berapakah ketinggian media tersebut?.
    A. 5 cm
    B. 10 cm
    C. 15 cm
    D. 20 cm

42. Padat penebaran bibit Tubifex sp yang akan di inokulais ke dalam media kultur adalah:
    A. 1 g/m^2
    B. 2 g/m^2
    C. 3 g/m^2
    D. 4 g/m^2

43. Untuk tumbuh dan berkembangnya cacing rambut di dalam wadah budidaya dibutuhkan oksigen yang berasal dari air mengalir. Berapakah debit air yang optimal pada wadah budidaya tersebut?.
    A. 900 ml/menit
    B. 930 ml/menit
    C. 960 ml/menit

D. 990 ml/menit

44. Budidaya cacing darah (larva *Chironomus*) dapat mengalami pertumbuhan yang optimal jika media tumbuhnya diberi pupuk kotoran ayam dengan dosis...
    A. 1,5 g/liter
    B. 2,5 g/liter
    C. 3,5 g/liter
    D. 4,5 g/liter

45. Dalam siklus hidup cacing darah diawali dari adanya telur yang dihasilkan dari perkembangbiakan secara seksual. Telur larva Chironomus akan menetas ....
    A. 1-12 jam
    B. 12-24 jam
    C. 24-36 jam
    D. 36-48 jam

46. Larva Chironomus yang dibudidayakan akan dilakukan pemanenan dan siap dijual ke pasar. Bentuk cacing darah tersebut adlah sebagai berikut, kecuali:
    A. Beku
    B. Segar
    C. Kering
    D. Pellet

47. Jenis Infusoria yang banyak dibudidayakan secara massal sebagai makanan ikan dan banyak terdapat diperairan adalah:
    A. *Paramecium caudatum*
    B. *Nyctoterus ovalis*

C. *Balantium coli*

D. *Navicula sp*

48. Jenis pakan alami yang berasal dari larva black soldier adalah:

A. Belatung

B. Cacing

C. Maggot

D. Ulat

49. Untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan maggot diperlukan media yang merupakan sumber nutrien maggot, media yang terbaik untuk pertumbuhan maggot berdasarkan hasil penelitian di Depok dan Sukabumi adalah:

A. Ampas kelapa

B. Ampas tahu

C. Palm Kernel Meal

D. Tepung terigu

50. Untuk mempercepat proses fermentasi pada media tumbuh maggot ditambahkan isi perut sapi. Berapakah dosis yang tepat agar terjadi proses fermentasi?.

A. 1-5%

B. 5-10%

C. 10-15%

D. 15-20%

51. Mengapa para pembudidaya ikan sebaiknya melakukan pengkayaan atau enrichmnet pada pakan alami?.

A. Mempertahankan mutu pakan alami

B. Meningkatkan mutu pakan alami

C. Mempercepat proses pemberian pakan
D. Meningkatkan daya tetas pakan alami

52. Jenis pakan alami yang dapat dilakukan pengkayaan adalah:
    A. Phytoplankton
    B. Zooplankton
    C. Benthos
    D. Serangga

53. Parameter yang dimati untuk mengetahui keberhasilan pengkayaan pakan alami adalah:
    A. Growth Rate
    B. Mortalitas
    C. Survival Rate
    D. Hatching Rate

54. Zat nutrisi yang sangat dibutuhkan untuk meningkatkan proses pembentukan jaringan baru pada larva dan ditambahkan pada pakan alami dalam proses pengkayaan adalah:
    A. Asam amino
    B. Asam lemak
    C. Glukosa
    D. Lipid

55. Zat nutrisi yang dibutuhkan untuk meningkatkan asam lemak essensial pada pakan alami antara lain adalah sebagai berikut, kecuali...
    A. Minyak ikan
    B. Minyak jagung
    C. Ragi roti
    D. Kuning telur ayam

56. Bahan pengkaya yang digunakan untuk meningkatkan kecerahan warna tubuh ikan yang dibudidayakan adalah:
    A. Protein
    B. Lemak
    C. Pigmen
    D. Antibiotik

57. Agar larva dan benih ikan mampu menjaga dirinya dari serangan penyakit maka dilakukan pengkayaan dengan menambahkan bahan...
    A. Pigmen
    B. Prophylactics
    C. Therapeutics
    D. Nutrient

58. Larva dan benih ikan yang terserang penyakit harus disembuhkan dengan terapi obat, dalam meningkatkan kemampuan larva atau benih ikan agar dapat menolak penyakit maka dilakukan pengkayaan dengan menambahkan bahan...
    A. Pigmen
    B. Prophylactics
    C. Therapeutics
    D. Nutrient

59. Bahan yang ditambahkan dalam pengkayaan untuk meningkatkan sistem imun pada larva atau benih ikan adalah:
    A. Protein
    B. Karbohidrat
    C. Vitamin
    D. Mineral

60. Teknik pengkayaan yang menggunakan alga uniseluler biasa disebut dengan teknik pengkayaan...
    A. Teknik British
    B. Teknik Jepang
    C. Teknik Perancis
    D. Teknik Belgia

61. Teknik pengkayaan yang menggunakan menggunakan omega ragi atau emulsi yang ditambahkan ragi roti biasa disebut dengan teknik pengkayaan...
    A. Teknik British
    B. Teknik Jepang
    C. Teknik Perancis
    D. Teknik Belgia

62. Teknik pengkayaan yang menggunakan kompos biasa disebut dengan teknik pengkayaan...
    A. Teknik British
    B. Teknik Jepang
    C. Teknik Perancis
    D. Teknik Belgia

63. Teknik pengkayaan yang menggunakan microparticulated biasa disebut dengan teknik pengkayaan...
    A. Teknik British
    B. Teknik Jepang
    C. Teknik Perancis
    D. Teknik Belgia

64. Dalam pengkayaan zooplankton dapat digunakan bahan ragi roti. Apakah bahan yang terkandung dalam ragi roti tersebut?
    A. Asam amino essensial
    B. Asam amino nonessensial
    C. Asam lemak essensial
    D. Asam lemak nonessensial

65. Faktor-faktor yang menentukan keberhasilan proses pengkayaan adalah:
    A. Waktu penetasan
    B. Waktu pengkayaan
    C. Media kultur
    D. Kualitas air

66. Dosis zat pengkaya yang dapat meningkatkan kadar gizi pakan alami dan meningkatkan sistem imun larva adalah:
    A. 50 mg Vitamin C
    B. 100 mg Vitamin C
    C. 150 mg Vitamin C
    D. 200 mg Vitamin C

67. Pemberian protein Selco pada pakan alami air laut dengan konsentrasi berapakah yang dapat meningkatkan kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva adalah:
    A. 75 mg/l
    B. 100 mg/l
    C. 125 mg/l
    D. 150 mg/l

68. Penambahan ragi roti pada media Chlorella yang dilakukan untuk melakukan pengkayaan secara tidak langsung adalah:

A. 1 gram yeast/10^6 sel/ml air

B. 1 gram yeast/10^7 sel/ml air

C. 1 gram yeast/10^8 sel/ml air

D. 1 gram yeast/10^9 sel/ml air

69. Pembuatan emulsi lipid pada pengkayaan zooplankton secara langsung dapat dibuat dari bahan, adalah:

    A. Ragi

    B. Telur ayam

    C. Putih telur

    D. Kuning telur

70. Waktu yang dibutuhkan untuk melakuan pengkayaan Rotifera dengan metode langsung adalah:

    A. 1-3 jam

    B. 3-6 jam

    C. 6-9 jam

    D. 9-12 jam

71. Asam lemak tidak jenuh tinggi (HUFA) yang digunakan untuk melakukan pengkayaan dapat diperoleh dari bahan tertentu antara lain adalah:

    A. minyak ikan

    B. Lipid

    C. Lemak

    D. Asam lemak

72. Dosis yang dipergunakan untuk melakukan pengkayaan Daphnia dengan emulsi lipid adalah:

    A. 0,1 ml minyak ikan + 8,3 mg ragi roti + 8,3 mg kuning telur

    B. 0,2 ml minyak ikan + 8,3 mg ragi roti + 8,3 mg kuning telur

C. 0,3 ml minyak ikan + 8,3 mg ragi roti + 8,3 mg kuning telur

D. 0,4 ml minyak ikan + 8,3 mg ragi roti + 8,3 mg kuning telur

73. Vitamin C yang ditambahkan pada proses pengkayaan zooplankton adalah:

A. 1 g/l

B. 2 g/l

C. 3 g/l

D. 4 g/l

74. Mediamengandung vitamin C 2 g/l, ditambah 83 μl kuning telur ditambah 0,0083 mg ragi roti ditambah 0,2 gram minyak jagung dan ditambah air sebanyak 100 ml. Media ini optimal memberikan hasil terbaik jika dilakukan perendaman selama 5 jam dengan padat penebaran Daphnia sebanyak...

A. 5.000 ekor/liter

B. 10.000 ekor/liter

C. 15.000 ekor/liter

D. 20.000 ekor/liter

75. Kepadatan Bacillus sp untuk proses pengkayaan yang tidak membahayakan larv atau benih ikan adalah:

A. 2 X 10^{5} cfu/g

B. 2 X 10^{10} cfu/g

C. 2 X 10^{15} cfu/g

D. 2 X 10^{20} cfu/g

76. Artemia dilakukan pengkayaan dengan asam lemak omega 3 HUFA karena dalam tubuh artemia sangat rendah kandungan omega 3 HUFA,

oleh karena itu dalak pengkayaan artemia sebaiknya ditambahkan bahan tertentu agar kandungan asam lemak omega 3 HUFA meningkat yaitu:

A. DHA
B. MUFA
C. HUFA
D. EFA

77. Tujuan penambahan asam lemak omega 3 HUFA pada zooplankton yang utama adalah:

A. Meningkatkan FR
B. Meningkatkan HR
C. Meningkatkan GR
D. Meningkatkan HT

78. Teknik bioenkapsulasi yang paling mudah dilakuakn oleh para pembudidaya ikan adalah:

A. Teknik British
B. Teknik Jepang
C. Teknik Perancis
D. Teknik Belgia

79. Bioenkapsulasi mempunyai dampak pada larva dan benih ikan yang mengkonsumsi pakan alami yang telah diperkaya, bahan pengkayaan yang berasal dari pakan alami phytoplankton biasa dibuat dalam bentuk, adalah:

A. Kapsul
B. Mikroenkapsulasi
C. Serbuk
D. Segar

80. Pengaruh penambahan minyak ikan dan minyak jagung (1:1) pada proses pengkayaan Rotifera dapat diamati dengan mengukur parameter kelangsungan hidup. Berapakah kelangsungan hidup yang diperoleh dari hasil penelitian tersebut?
   A. 52,2 %
   B. 62,2%
   C. 72,2%
   D. 82,2%

Jawaban dari soal uji pengetahuan dalam bentuk pilihan ganda diskor dengan memberi angka 1 (satu) bagi setiap butir jawaban yang benar dan angka 0 (nol) bagi setiap butir soal yang salah. Pada soal di atas Skor total adalah 90. Skor yang diperoleh peserta didik didik untuk suatu perangkat tes pilihan ganda dihitung dengan rumus:

$$\text{Nilai peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor total}} \times 100$$

Misalnya peserta didik didik mendapatkan skor 75, maka nilai peserta didik didik tersebut adalah (75 : 80) X 100 = 0, 9375 X 100 = 93,75

3. Keterampilan

a. Tes Praktik

1) Penilaian keterampilan membudidayakan phytoplankton

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
1	Cara menyiapkan media tumbuh	3	- Menyiapkan wadah dan media, - Melakukan inokulasi sesuai, - Perhitungan padat penebaran benar - Mengamati bibit yang akan diinokulasi dengan benar sesuai karakteristik bibit
		2	Ada tiga aspek yang benar
		1	Ada dua aspek yang benar
2	Cara memelihara phytoplankton	3	- Memantau pertumbuhan phytoplankton - Melakukan pemupukan sesuai dosis - Mengukur pertambahan panjang atau berat individu secara sampling - Mencatat hasil pengamatan
		2	Ada dua aspek yang benar
		1	Ada satu aspek yang benar
3	Cara mengamati	3	- Cover glass dibersihkan - Sampel diteteskan dengan pipet dengan tepat

	sampel		- Diamati dengan pembesaran 100X - Sampel teridentifikasi
		2	Ada 3 aspek yang benar
		1	Ada 2 aspek yang benar
4	Cara menghitung pertumbuhan phytoplankton	3	- Menggunakan alat haemocytometer - Menghitung kepadatan pada 400 kotak - Mencatat data dan di konversikan dengan jumlah sel - Menghitung pertumbuhan berdasarkan data kepadatan sel
		2	Ada 3 aspek yang benar
		1	Ada 2 aspek yang benar
5	Cara melakukan pemanenan phytoplankton	3	- Menyiapkan peralatan panen sesuai kebutuhan - Melakukan pemanenan pada pagi hari - Mengikuti prosedur panen phytoplankton - Mengumpulkan hasil panen
		2	Ada 3 aspek yang benar
		1	Ada 2 aspek yang benar

2) Penilaian keterampilan membudidayakan zooplankton

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
1	Cara menyiapkan media tumbuh	3	- Menyiapkan wadah dan media, - Melakukan inokulasi sesuai, - Perhitungan padat penebaran benar - Mengamati bibit yang akan diinokulasi dengan benar sesuai karakteristik bibit
		2	Ada tiga aspek yang benar
		1	Ada dua aspek yang benar
2	Cara memelihara zooplankton	3	- Memantau pertumbuhan zooplankton - Melakukan pemupukan sesuai dosis - Mengukur pertambahan panjang atau berat individu secara sampling - Mencatat hasil pengamatan
		2	Ada dua aspek yang benar
		1	Ada satu aspek yang benar
3	Cara mengamati sampel	3	- Cover glass dibersihkan - Sampel diteteskan dengan pipet dengan tepat - Diamati dengan pembesaran 100X - Sampel teridentifikasi
		2	Ada 3 aspek yang benar

		1	Ada 2 aspek yang benar
4.	Cara menghitung pertumbuhan zooplankton	3	- Menggunakan alat haemocytometer - Menghitung kepadatan pada 400 kotak - Mencatat data dan di konversikan dengan jumlah sel - Menghitung pertumbuhan berdasarkan data kepadatan sel
		2	Ada 3 aspek yang benar
		1	Ada 2 aspek yang benar
5.	Cara memanen zooplankton	3	- Menyiapkan peralatan panen sesuai kebutuhan - Melakukan pemanenan pada pagi hari - Mengikuti prosedur panen zooplankton - Mengumpulkan hasil panen
		2	Ada 3 aspek yang benar
		1	Ada 2 aspek yang benar

3) Penilaian keterampilan membudidayakan benthos

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
1	Cara menyiapkan media tumbuh	3	- Menyiapkan wadah dan media, - Melakukan inokulasi sesuai, - Perhitungan padat penebaran benar - Mengamati bibit yang akan diinokulasi dengan benar sesuai karakteristik bibit
		2	Ada tiga aspek yang benar
		1	Ada dua aspek yang benar
2	Cara memelihara benthos	3	- Memantau pertumbuhan benthos - Melakukan pemupukan sesuai dosis - Mengukur pertambahan panjang atau berat individu secara sampling - Mencatat hasil pengamatan
		2	Ada dua aspek yang benar
		1	Ada satu aspek yang benar
3	Cara mengamati sampel	3	- Cover glass dibersihkan - Sampel diteteskan dengan pipet dengan tepat - Diamati dengan pembesaran 100X - Sampel teridentifikasi
		2	Ada 3 aspek yang benar

		1	Ada 2 aspek yang benar
4	Cara menghitung pertumbuhan benthos	3	- Menggunakan alat sedwigc rafter - Menghitung kepadatan dengan sampling - Mencatat data dan di konversikan dengan volume media tumbuh - Menghitung pertumbuhan berdasarkan data dan dikonversi dengan berat biomas
		2	Ada 3 aspek yang benar
		1	Ada 2 aspek yang benar
5	Cara memanen benthos	3	- Menyiapkan peralatan panen sesuai kebutuhan - Melakukan pemanenan pada pagi hari - Mengikuti prosedur panen benthos - Mengumpulkan hasil panen
		2	Ada 3 aspek yang benar
		1	Ada 2 aspek yang benar

4) Penilaian keterampilan melakukan enrichment pakan alami

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
1	Cara menyiapkan media enrichment	3	- Menyiapkan wadah dan media, - Menimbang bahan sesuai formula enrichment, - Menghitung volume media enrichment dengan pakan alami yang akan dienrichment - Mencampur media enrichment dengan bahan enrichment secara homogeny
		2	Ada tiga aspek yang benar
		1	Ada dua aspek yang benar
2	Cara melakukan enrichment	3	- Volume media dan jumlah pakan alami sesuai - Lama perendaman sesuai - Dosis media enrichment sesuai
		2	Ada dua aspek yang benar
		1	Ada satu aspek yang benar
3	Cara memberikan pakan alami hasil enrichment	3	- Pakan alami yang dienrichment dipanen sesuai prosedur - Larva atau benih disiapkan sesuai standar - Dosis pakan alami dan larva sesuai - Pakan alami yang dienrich dimakan oleh larva atau benih ikan
		2	Ada 3 aspek yang benar
		1	Ada 2 aspek yang benar

2. Lembar Penilaian Projek

Kriteria Penilaian Proyek Membudidayakan pakan alami

Formatted: numbering, T

Format Penilaian Proyek

Topik :

Nama Proyek :

Waktu Pelaksanaan :

Nama Peserta didik didik :

Kelas :

No.	Aspek	Skor
1	Perencanaan: a. Persiapan alat dan bahan b. Rancangan : - Gambar Rancangan - Alur kerja dan deskripsi - Cara penggunaan alat	30
2	Produk : - Bentuk Fisik - Inovasi	50
3	Laporan - Kebermanfaatan Laporan - Sistimatika Laporan - Penulisan Kesimpulan	20
TOTAL SKOR		100

b. Rubrik Penilaian Projek Membudidayakan pakan alami

No.	Aspek	Rubrik
1	Perencanaan: Persiapan alat dan bahan	10. Jika alat dan bahan lengkap dan sesuai dengan gambar rancangan yang dipersiapkan 6. Jika alat dan bahan lengkap tetapi kurang sesuai dengan gambar rancangan yang dipersiapkan 2. Jika alat dan bahan kurang lengkap
	Rancangan : ▪ Gambar Rancangan ▪ Alur kerja dan deskripsi ▪ Cara penggunaan alat	20. Jika rancangan terdapat gambar rancangan, alur kerja dan cara penggunaan alat yang sesuai 10. Jika rancangan terdapat gambar rancangan, alur kerja dan cara penggunaan alat tetapi kurang sesuai 5. Jika rancangan terdapat gambar rancangan, alur kerja dan cara penggunaan alat tetapi tidak lengkap
2	Bentuk Fisik Produk	30. Jika alat sesuai rancangan, bisa digunakan dan bentuk fisik kuat dan kokoh 20. Jika alatsesuai rancangan ,dan bisa digunakan 10. Jika alat kurang sesuai rancangan tetapi bisa digunakan
	Inovasi Produk:	20 . Alat dibuat dari bahan yang ada lingkungan rumah, dan menarik 10. Alat dibuat dari bahan yang ada lingkungan rumah, dan disain kurang

		menarik
3	Laporan ▪ Kebermanfaatan Laporan ▪ Kistamatika Laporan ▪ Kesimpulan	20. Kistamatika laporan sesuai dengan kriteria, isi laporan bermanfaat dan kesimpulan sesuai 10. Kistamatika laporan sesuai dengan kriteria, isi laporan kurang bermanfaat, kesimpulan kurang sesuai 5. Hanya satu aspek yang terpenuhi

3. Lembar Penilaian Portofolio

Pendidik mendokumentasikan dan menyimpan semua portofolio ke dalam map yang telah diberi identitas masing-masing peserta didik, menilai bersama peserta didik sebagai bahan laporan kepada orang tua dan sekolah pada setiap akhir semester.

`

Tugas dan rubrik merupakan instrumen dalam penilaian portofolio. Berikut ini akan diuraikan standar tugas dan rubrik pada penilaian portofolio.

Acuan Tugas Penilaian Portofolio

Tugas-tugas untuk pembuatan portofolio harus memenuhi beberapa kriteria berikut.

a. Tugas sesuai dengan kompetensi dan tujuan pembelajaran yang akan diukur.
b. Hasil karya peserta didik yang dijadikan portofolio berupa pekerjaan hasil tes, perilaku peserta didik sehari-hari, hasil tugas terstruktur, dokumentasi aktivitas peserta didik di luar sekolah yang menunjang kegiatan belajar.

c. Tugas portofolio memuat aspek judul, tujuan pembelajaran, ruang lingkup belajar, uraian tugas, kriteria penilaian.
d. Uraian tugas memuat kegiatan yang melatih peserta didik mengembangkan kompetensi dalam semua aspek (sikap, pengetahuan, keterampilan).
e. Uraian tugas bersifat terbuka, dalam arti mengakomodasi dihasilkannya portofolio yang beragam isinya.
f. Kalimat yang digunakan dalam uraian tugas menggunakan bahasa yang komunikatif dan mudah dilaksanakan.
g. Alat dan bahan yang digunakan dalam penyelesaian tugas portofolio tersedia di lingkungan peserta didik dan mudah diperoleh.

Acuan Rubrik Penilaian Portofolio

Rubrik penilaian portofolio harus memenuhi kriteria berikut.

a. Rubrik memuat indikator kunci dari kompetensi dasar yang akan dinilai penacapaiannya dengan portofolio.
b. Rubrik memuat aspek-aspek penilaian yang macamnya relevan dengan isi tugas portofolio.
c. Rubrik memuat kriteria kesempurnaan (tingkat, level) hasil tugas.
d. Rubrik mudah untuk digunakan oleh guru dan peserta didik.
e. Rubrik menggunakan bahasa yang lugas dan mudah dipahami.Lembar Penilaian Portofolio

A. KUNCI JAWABAN

No.	Jawaban	No.	Jawaban
1.	B	41.	B
2.	B	42.	B
3.	C	43.	B
4.	C	44.	B
5.	D	45.	C
6.	B	46.	D
7.	D	47.	A
8.	A	48.	C
9.	C	49.	C
10.	A	50.	B
11.	B	51.	B
12.	C	52.	B
13.	D	53.	C
14.	A	54.	A
15.	A	55.	C
16.	B	56.	C
17.	C	57.	B
18.	C	58.	C
19.	A	59.	C
20.	C	60.	A
21.	B	61.	B
22.	A	62.	C
23.	C	63.	D
24.	D	64.	D
25.	D	65.	B
26.	C	66.	C
27.	C	67.	C

28.	C	68.	A
29.	B	69.	D
30.	D	70.	B
31.	A	71.	A
32.	A	72.	A
33.	B	73.	B
34.	C	74.	B
35.	D	75.	B
36.	B	76.	A
37.	B	77.	C
38.	D	78.	B
39.	D	79.	B
40.	D	80.	C

III. PENUTUP

Buku teks bahan ajar siswa Produksi Pakan Alami dua ini membahas berbagai hal tentang menerapkan budidaya pakan alami mulai dari seleksi bibit pakan alami (phytoplankton, zooplankton dan benthos), teknik perhitungan kepadatan pakan alami, proses pemeliharaan pakan alami, perhitungan laju pertumbuhan dan teknik pemanenan. Produksi pakan alami wajib dipahami oleh siswa SMK dengan Paket Keahlian Budidaya Ikan, Budidaya Krustasea, Budidaya Kekerangan dan Budidaya Rumbut Laut. Kompetensi pakan alami sangat dibutuhkan bagi semua usaha budidaya di bidang perikanan dan kelautan, karena pakan alami merupakan pakan yang sangat cocok diberikan pada larva dan benih ikan air tawar, ikan air payau dan ikan air laut. Dengan mampu memproduksi pakan alami diharapkan siswa SMK mampu bekerja secara mandiri. Produksi pakan alami sangat dibutuhkan untuk keberlangsungan usaha budidaya secara berkesinambungan. Selain itu pada produksi pakan alami semester dua siswa SMK juga harus dapat melakukan pengkayaan pada pakan alami. Pengkayaan pakan alami ini sangat dibutuhkan bagi larva dan benih ikan agar kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan larva dan benih ikan menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimous. 2007. Budidaya Phytoplankton dan Zooplankton. Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut Lampung. Departemen Kelautan dan Perikanan.

Arinardi, O.H., A.B. Sutomo, S.A. Yusuf, Trianingnsih, E. Asnaryanti dan S. H. Riyono. 1997. Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Plankton Predominan di Perairan Kawasan Timur Indonesia. P3O-LIPI. Jakarta.

Chumadi dkk. 1992. Pedoman teknis Budidaya Pakan Alami Ikan dan Udang. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.

Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2003. Peluang Usaha Budidaya Artemia di Tambak Garam. Departemen Kelautan dan Perikanan. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau. Jepara.

Djangkaru,Z. 1973. Makanan Ikan. Direktorat Jendral Periakanan. Departemen pertanian. Jakarta.

Djarijah, S.A. 1995. Pakan Alami. Kanisius. Yogyakarta.

Davis, C.C. 1955. The marine and freshwater plankton. Michigan state University Press. Chicago.

De Silva,S and T.A. Anderson. 1995. Fish Nutrition in Aquaculture. Chapman & Hall, London.

Erlina, A. Hastuti, W. 1986. Kultur Plankton. INFIS Manual Seri No.38. Direktorat Jenderal Perikanan Bekerja sama dengan International Development Research Centre.

Effendi.M. 2013. Budidaya cacing rambut. http://mahmudmadawangi.blog spot.com/

Fairus, A.M.S, Gunawan,A dan Munandar DS. 2010. Budidaya massal Spirulina platensis di perairan laut Jepara. Jurnal Simposium Bioteknologi Akuakultur. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Halver,J.E. 1997. Fish nutrition. National academy of scienes. Washington DC.

Hadadi, A. 2004. Budidaya Massal Daphnia sp. Balai Budidaya Air Tawar. Sukabumi.

Hirata, H., O. Murata, S. Yamada, H. Ishitani, M. Wachi, 1998. Probiotic culture of the Rotifer*Brachionus plicatilis.* Hydrobiologia Journal. Volume 387/388: 495–498, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

Hutabarat,Sahala. 1985 .Pengantaroceanografi. Universitas Indonesia Press: Jakarta.

Hutabarat, Sahala dan Stetwart M. Evans. 1986. Kunci Identifikasi Zooplankton. Universitas Indonesia Press: Jakarta.

Indira, A,M. 2011. Pemberian pakan alami (*Daphnia sp*) hasil pengkayaan dengan cairan rumen sapi untuk larva ikan betok (*Anabas testudineus* Blkr), kajian pengaruhnya pada peningkatan sintasan larva dan pergantian ke pakan butan. Disertasi. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Isnansetyo,A dan Kurniastuti. 1997. Teknik Kultur phytoplankton dan zooplankton. Kanisius. Yogyakarta.

Khairuman dan K. Amri. 2002. Membuat pakan ikan konsumsi. Agromedia Pustaka.Jakarta.

Krisanti, M. (2012). Produktivitas larva Chironomidae pada substrat buatan di ke dalaman perairan dan kandungan bahan organik berbeda. Disertasi Pascasarjana IPB. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.

Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2010. Produksi missal maggot untuk pakan ikan. http://www. KKP.go.id. [19 November 2011].

Lewis, T.E., Nichlos, P.D., Hart, P.R., Nichlos, D.S., T.A. McMeekin. 1998. *Enrichment* of Rotifer (*Brachionus plicatilis*) with eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid produced by bacteria. Journal of the World Aquacuture Society, 29, 313-318.

Purwareyni,A.U. 2002. Pengaruh dosis pengkayaan 0,6,7,8,9 & 10 ml/400 ml dan waktu dedah terhadap kinerja pertumbuhan Artemia sp. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.

Mudjiman, A. 1997. Makanan ikan. Penebar swadaya. Jakarta.

Mustafa Hasan. 2000. Teknik Sampling. http:// home.unpar.ac.id. [14 April 2013]

M. Firdaus Sahwan, MM. 2002. Pakan Ikan dan Udang. Penebar Swadaya, Jakarta .

NRC (National Research Council). 1993. Nutrient Requirement of Fish. Warwater Fishes and Shellfish. National Academy of Sciencess. Washington DC.

Omori M and T. Ikeda. 1984. *Methods in Marine Zooplankton Ecology*. Jhon Wiley and Sons, Toronto. Canada : 332 hlm

Purba, T. 1995. Peningkatan gizi Rotifer pakan larva ikan kerapu macan. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 17(1): 4-6.

Romimohtarto Kasijan dan Sri Juwana. 2001. *Biologi Laut*. Jakarta : Penerbit Djambatan. hlm 36-39

Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro. Semarang.

Silmina,D, Edriani G, Puti,M. 2010. Efektifitas berbagai media budidaya terhadap pertumbuhan maggot Hermitia illucens. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.

Steffens W. 1989. Principles of Fish Nutrition. Ellis Horwood Limited. John Wiley & Sons. England.

Stephen Goddard. 1996. Feed Management In : Intensive Aquaculture. Chapman & Hall, New York.

Supriyadi,M.A, Mursitorini,E, Jusadi D. 2006. Pengaruh Pengkayaan Artemia sp dengan EPA (asam ekosapentanoat, C 20: 5n-3) dan DHA (Asam Dokosahexanoat, C 22:6n-3) terhadap Survival Rate rajungan. Jurnal Akuakultur Indonesia 5(2): 119-126.

Tacon,A.G.J. 1987. The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp a Training Manual. FAO. Brazil.

Tacon,A.G.j. 1991. Proceeding of The Nutrition Workshop. American Soybeen Association. Singapore.

Takeuchi W. 1988. Fish Nutrition and mariculture. Departemen of aquatic Biosc. Tokyo University of Fisheries. JICA.

Tridayanti, S. 2000. Daur hidup dan pertumbuhan *Chironomus* sp. (*Chironomidae*: Diptera) pada kondisi laboratorium. Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Watanabe, T. 1979. *Nutritional Quality of Living Feeds Used in Seed Production of Fish.* Proc. Japan-Soviet Joint. Symp Agriculture 7.

Watanabe, T. 1988. Fish Nutrition and Mariculture. JICA Texbook The General Aquaculture Course. Kanagawa International Fisheries Training Centre Japan International Cooperation agency.

Wardhana Wisnu. 1997. *Teknik Sampling, Pengawetan dan Analisis Plankton*. [Jurnal] Jakarta : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Wiadnyana Ngurah N dan Wagey. 2004. *Impacts of The Occurence of Red Tide Species to The Fisheries in Indonesia*. Jurnal Berkala Perikanan Terubuk. hlm 17-33.

Yulintine. 2012. Ekspresi gen elongase dan desaturase, serta pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan betok (*Anabas testudineus* Bloch) yang diberi Rotifera hasil pengkayaan. Disertasi. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.